PARTS OF THE ORIGINAL DOCUMENT

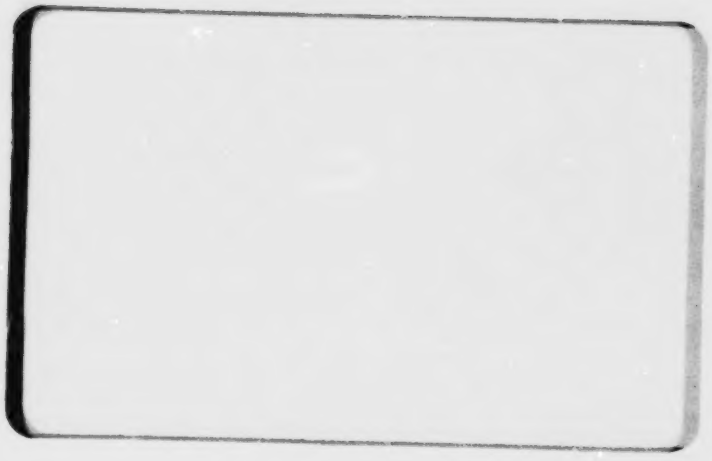
ARE OF POOR REPRODUCTIVE QUALITY

CERTAINES PARTIES DU DOCUMENT ORIGINAL

SONT DE PIÈTRE QUALITÉ DE REPRODUCTION

Québec

89-01185/



MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT

LE RECYCLAGE DU FER ET DE L'ACIER

ÉTAT DE LA SITUATION

PAR DENYS LAPLANTE, ING.
CHARGÉ DE PROJETS

DIRECTION DE LA RÉCUPÉRATION ET DU RECYCLAGE

QUÉBEC
JANVIER 1988

Dépôt légal - 1er trimestre 1988
Bibliothèque nationale du Québec
Bibliothèque nationale du Canada
ISBN 2-550-18344-4

Envirodoq 880013

REMERCIEMENTS

La réalisation de ce document a été rendue possible grâce à la collaboration de plusieurs récupérateurs et recycleurs de métaux ferreux qui nous ont reçus et ont bien voulu répondre à nos demandes.

Une mention est adressée au groupe de travail de la Direction de la récupération et du recyclage qui m'a encadré tout au long de mon étude.

Je remercie de façon particulière madame Lucie L. Langlois pour la dactylographie et monsieur Alain Beaulieu pour son travail de graphisme.

Je remercie également messieurs Jean-Jacques Groulx, de Fers et Métaux Recyclés Ltée, Gaëtan Lefèbvre de la Direction de l'assainissement de l'air et Jean Limoge de Sidbec-Dosco inc. pour leurs commentaires et avis technique dans la révision du document.

SOMMAIRE

L'industrie des métaux ferreux, florissante dans les années 1970, a connu sa part de problèmes dans les années 1980. La période creuse de 1982-1983 a considérablement ralenti les activités de ce secteur. L'industrie se relève lentement de cette récession. Le Canada et le Québec n'ont pas échappé à cette crise mondiale. Les fonderies d'acier du Québec ont été les plus durement touchées. La production québécoise d'acier, soit celle des aciéries, des forges et des fonderies, a été évaluée à 1,35 million de tonnes en 1980. Après avoir connu une certaine baisse, elle s'est stabilisée à 1,4 million de tonnes en 1983. Les estimations de 1985 donnent un volume de 1,6 million de tonnes.

La sidérurgie québécoise est principalement basée sur la fusion de la ferraille. La consommation québécoise de ferraille de fer et d'acier était de 1,03 million de tonnes métriques en 1982. Elle a enregistré des hausses de 11,7 pour cent en 1983 et de 21,7 pour cent en 1984 par rapport à l'année précédente. Une estimation préliminaire donne une valeur de 1,3 million de tonnes métriques pour 1985.

L'arrivée sur le marché de l'acier de QIT Fer et Titane ne devrait pas augmenter la consommation de ferraille au Québec. La compagnie prévoit utiliser uniquement ses rebuts de la transformation du fer de refonte en acier. De façon générale, la consommation québécoise de ferraille devrait suivre celle du Canada qui, selon les prévisions, augmentera de 4 à 5 pour cent par an d'ici 1990.

Les récupérateurs (1) de ferraille du Québec ont produit, en 1985, 1 650 000 tonnes de ferraille préparée. Le volume net disponible sur le marché québécois est de 1,4 million de tonnes; 250 000 tonnes ont été exportées.

La principale limite à une récupération plus importante de la ferraille est sa disponibilité. Les sources n'étant pas suffisantes, les récupérateurs et recycleurs (2) doivent s'approvisionner en partie chez les provinces voisines (Ontario et Maritimes).

---

(1) Récupérateur: tout groupe, organisme ou compagnie qui ramasse, trie et conditionne la ferraille.

(2) Recycleur: toute compagnie qui fond la ferraille dans le but d'en refaire du métal neuf.

Les producteurs de métaux ferreux élaborent des alliages de composition chimique très variée et exigent une ferraille de grande qualité de la part de leurs fournisseurs. Les limitations relatives aux contaminants et aux éléments résiduels sont sévères. Cette tendance devrait s'accentuer dans les années à venir en particulier chez les usines s'approvisionnant entièrement de ferraille.

Les catégories sous-utilisées sont les mâchefers d'incinérateurs et les contenants en acier étamé (boîtes de conserve).

Les mâchefers d'incinérateurs sont trop contaminés pour être recyclés. La pauvre qualité de cette ferraille la rend inacceptable pour une utilisation industrielle.

Les boîtes de conserve sont recyclables. En dépit de leur contenu en étain, il serait possible de les utiliser sans désétamage, directement dans les fours à fusion.

TABLE DES MATIÈRES

		Page
	Remerciements	i
	Sommaire	iii
	Liste des tableaux, graphiques et annexes	ix
1-	Introduction	1
2-	Le cycle des métaux ferreux	3
	2.1 Le minerai de fer	3
	2.2 La nature des métaux ferreux	4
	2.2.1 La fonte	4
	2.2.2 L'acier	5
	2.2.3 Les ferro-alliages	6
	2.3 La fabrication des métaux ferreux	7
	2.3.1 La production d'acier brut	7
	2.3.2 Le laminage et la finition	8
	2.3.3 Les fonderies de fonte et d'acier	9
	2.3.4 Les ferro-alliages	10
	2.4 Les équipements	10
	2.5 Les utilisations des métaux ferreux	13
3-	Le contexte économique de l'industrie des métaux ferreux	17
	3.1 La production	17
	3.1.1 La production mondiale	17
	3.1.2 La production canadienne	20
	3.1.3 La production québécoise	20
	3.2 Le bilan des importations et des exportations	25

		Page
4-	L'offre de ferraille au Québec	27
	4.1 Les quantités récupérées et le commerce de la ferraille	27
	4.2 L'industrie de la récupération	30
	4.2.1 Les approvisionnements	30
	4.2.2 Le traitement de la ferraille	31
	4.2.3 Les entreprises de récupération	37
5-	La demande de ferraille au Québec	39
	5.1 La consommation de ferraille de fer et d'acier	39
	5.2 Les catégories de ferraille et les exigences de qualité	43
	5.3 Les contaminants et leur provenance	45
	5.4 Les perspectives du recyclage	47
	5.4.1 Les catégories sous-utilisées	47
	5.4.2 Les prévisions	49
6-	Les limites à l'utilisation de la ferraille	51
	6.1 Les limites technologiques	51
	6.1.1 Les éléments résiduels	52
	6.2 Les limites économiques	52
	6.2.1 Le coût des équipements	52
	6.2.2 Les frais de transport	53
	6.2.3 Les fluctuations de la demande	53
	6.3 Les limites environnementales	54
	6.3.1 Les substances dangereuses	54
7-	Les avantages de la récupération et du recyclage des métaux ferreux	57
	7.1 L'impact socio-économique	57
	7.2 L'impact environnemental	57

Page

7.2.1 Le sol, l'eau et l'air 57
7.2.2 L'énergie 60

8- Conclusion et recommandations 65

Bibliographie

Annexes

LISTE DES TABLEAUX

		Page
1-	Production mondiale d'acier brut	18
2-	Capacité de production d'acier brut dans le monde occidental et taux d'utilisation	22
3-	Production québécoise d'acier brut	22
4-	Production et capacité de production des fonderies du Québec	24
5-	Importation et exportation de métaux ferreux au Québec	26
6-	Ferraille récupérée au Québec	28
7-	Importation et exportation de ferraille d'acier par le Québec	29
8-	Classification de la ferraille	32
9-	Contenu en fer des appareils ménagers	35
10-	Vente d'appareils ménagers au Québec, estimation pour 1986	36
11-	Capacité des producteurs de métaux ferreux du Québec	40
12-	Consommation de ferraille de fer et d'acier	42
13-	Impact environnemental du recyclage de la ferraille de fer et d'acier Analyse comparative pour la fabrication de 1 000 tonnes d'acier brut	59
14-	Énergie nécessaire à la fabrication de l'acier	61
15	Économie d'énergie par le recyclage de la ferraille	63

LISTE DES FIGURES

		Page
A-	Cycle des mētaux ferreux	15
B-	Production mondiale d'acier brut et de fonte primaire	19
C-	Production d'acier par type de four au Canada	21

LISTE DES ANNEXES

I- Ferraille de fer et d'acier

II- Prix de la ferraille d'acier

III- Importations et consommation apparente d'acier, Québec

IV- Liste des récupérateurs

1- INTRODUCTION

La présente étude a deux objectifs: premièrement déterminer l'état de la situation de la récupération et du recyclage des métaux ferreux au Québec et deuxièmement trouver un marché pour les boîtes de conserve de rebuts.

À l'intention du lecteur moins averti, cette étude présente d'abord une description des divers types de production et des procédés de fabrication. Par la suite, elle situe la production québécoise de fer et d'acier par rapport à la production canadienne et elle fournit également un bilan des importations et exportations.

Une autre section sur l'offre de ferraille couvre le secteur de la récupération des métaux et donne une estimation de la quantité de ferraille préparée disponible sur le marché québécois.

Cette étude analyse par la suite le recyclage des métaux en mettant l'accent sur les exigences de qualité et sur les perspectives de développement de cette industrie.

Les avantages et les limites de la récupération et du recyclage viennent ensuite, suivis des principales conclusions.

2- LE CYCLE DES MÉTAUX FERREUX

Le schéma concernant le cycle des métaux ferreux qu'on trouvera à la page 15, donne un aperçu des différentes étapes de la fabrication du fer et de l'acier, soit: les opérations de réduction du minerai, d'aciérage et de laminage de la sidérurgie intégrée. Il comprend également les opérations des fonderies de fer et d'acier.

2.1 Le minerai de fer

Les réserves mondiales de minerai de fer sont évaluées, selon le Bureau of Mines, États-Unis, à 206 milliards de tonnes contenant 98 milliards de tonnes de fer. Le ministère de l'Énergie et des Ressources du Québec estime les réserves canadiennes à 26 milliards de tonnes alors que celles du Québec sont de 15 milliards de tonnes. Plus de 80 pour cent des réserves québécoises sont localisées dans la région septentrionale du Québec. La teneur en fer du minerai québécois, qui est composé essentiellement d'hématite (Fe_2O_3) et de magnétite (Fe_3O_4), varie de 20 à 60 pour cent. La teneur moyenne est évaluée à 33 pour cent. À quelques exceptions près, tout ce minerai exige un enrichissement et un traitement pour que l'on obtienne un produit contenant 67 pour cent de fer. En comparaison du riche minerai brésilien (55 à 66 pour cent de fer), le minerai de fer québécois est assez pauvre.

2.2 La nature des métaux ferreux

2.2.1 La fonte

La fonte est un produit sidérurgique contenant approximativement de 2,5 à 4 pour cent de carbone, de 0,8 à 2 pour cent de silicium, de 0,01 pour cent de soufre, de 0,3 à 0,5 pour cent de phosphore et un peu de manganèse suivant la teneur de la matière première. On distingue deux grands types de fonte: la fonte primaire et la fonte de moulage.

La fonte primaire, fonte liquide de première fusion produite dans les fours par la réduction de minerai de fer, principalement aux hauts-fourneaux sert généralement à l'élaboration de l'acier. Depuis 1986, une partie de la fonte primaire produite par QIT Fer et Titane inc. est transformée en acier. Le reste est coulé en gueuse et destiné en majeure partie à l'exportation. Un faible pourcentage de cette fonte est encore utilisé localement par les fonderies du Québec pour la production de pièces de fonte élaborée. Cette fonte a un pourcentage de manganèse plus faible que la fonte primaire produite dans le reste du Canada. C'est pourquoi nous la distinguerons en l'appelant fer de refonte. Actuellement, une partie de la fonte produite par QIT sert à la fabrication de billettes d'acier.

La fonte de moulage, ou fonte élaborée, est coulée en pièces de fonderie à l'aide de fours tels que les cubilots et les fours à induction utilisant de la fonte primaire de composition appropriée et de la ferraille de fonte et d'acier. On distingue quatre types de fonte de moulage: blanche, grise, ductile et malléable.

La fonte blanche se distingue des autres fontes élaborées par le faciès blanc crystallin de sa surface de fracture. Dans la fonte blanche, le carbone ne forme pas de graphite libre mais demeu-

re combinē avec le fer, d'où la formation du carbure de fer (Fe_3C). Cette fonte est dure et fragile et a une excellente rēsistance à l'usure et à l'abrasion.

La fonte grise est caractērisée par la forme particulière de son carbone. Celui-ci forme, lors de la solidification, des flocons de graphite qui donnent cette couleur grisātre particulière à son faciès de fracture et procurent à ce type de fonte des propriētēs uniques. La fonte grise a la faculté d'amortir les vibrations et peut supporter des chocs thermiques modērēs.

La fonte ductile, connue ēgalement sous le nom de fonte nodulaire, est semblable en composition à la fonte grise. Le graphite libre est, dans ce cas-ci, sous forme de nodules. L'avantage premier de la fonte nodulaire rēside dans sa combinaison de haute rēsistance et de ductilitē. Cette fonte est produite à partir du mēme type de matēriel de base que la fonte grise mais requiert une plus grande puretē, spēcialement au regard du soufre.

La fonte malléable est produite initialement comme la fonte blanche, puis traitée thermiquement de façon à convertir le carbone contenu dans le carbure (Fe_3C) en nodules de graphite appelés carbone tempērē. Comme la fonte nodulaire, la fonte malléable est ductile et hautement rēsistante. Le choix entre ces deux types de fonte est basē plutōt sur la disponibilitē et l'économie que sur les propriētēs.

2.2.2 L'acier

Les aciers sont des alliages de mētaux ayant une teneur en fer supērieure à l'ensemble des autres ēlēments et qui se prētent au travail à chaud. À l'exception de certains aciers à haute teneur en chrome, ils contiennent moins de 2 pour cent de carbone, limite qui les sēpare des fontes.

On retrouve deux grands types d'acier, les aciers non alliés ou aciers au carbone et les aciers alliés ou spéciaux. Ceux-ci se divisent en deux catégories, les aciers faiblement et hautement alliés. On dit qu'un acier est faiblement allié lorsque la somme de ses additifs ne dépasse pas 5 pour cent. Les principaux éléments d'alliages sont le carbone, le manganèse, le silicium, le chrome, le nickel, le molybdène, le cuivre, le vanadium, le niobium, le titane et le bore.

2.2.3 Les ferro-alliages

Les ferro-alliages sont des alliages contenant certains métaux ou métalloïdes (silicium) et sont généralement utilisés comme additifs dans la fabrication des aciers et des fontes. Le Québec produit du silicium, du ferro-silicium, du ferro-manganèse et du silico-manganèse. Quelques-uns des autres ferro-alliages existants sont le ferro-chrome, le ferro-tungstène, le ferro-vanadium, le ferro-mobybdène, le ferro-titane et le ferro-aluminium. Dans la plupart de ces alliages, la teneur des éléments autres que le fer est souvent supérieure à celui-ci. Il en existe même qui, quoique portant le nom de ferro-alliages, ne contiennent que très peu de fer, celui-ci étant considéré comme une impureté. C'est le cas notamment du silico-manganèse et du silicium, cités ci-haut, du molybdène-nickel et du titane-aluminium.

L'utilisation principale de ces composés est soit comme agent désoxydant (élimination de l'oxygène du bain de métal liquide), soit comme additif permettant d'introduire les éléments d'alliages nécessaires à la fabrication du métal produit. La sidérurgie constitue leur principal débouché au Québec et ailleurs au Canada.

2.3 La fabrication des métaux ferreux

2.3.1 La production d'acier brut

Les usines produisant de l'acier peuvent être classées en trois catégories: usines intégrées, usines à chargement de métal à froid ou mini-aciéries et usines non intégrées.

Les usines intégrées sont engagées dans la production de fonte liquide et dans la fabrication d'acier. Ces usines emploient du minerai de fer et du coke métallurgique pour produire de la fonte primaire à l'aide d'un haut fourneau. Le métal en fusion est chargé avec la ferraille dans les fours de fabrication d'acier pour produire l'acier brut. Les quatre types de fours sont: le convertisseur Thomas, le convertisseur à oxygène, le four à sole Martin et le four à arc électrique. Le plus utilisé est le convertisseur à oxygène (BOP, Q-BOP). Les produits obtenus ici sont du type semi-fini et se présentent sous forme de lingots, de brames et de billettes (voir section 2.3.2: le laminage et la finition).

Les usines de chargement de métal à froid sont généralement dotées d'un four à arc électrique. Ce type de four offre des avantages économiques et une flexibilité d'opération qui en font un instrument recherché par les mini-aciéries.

La charge au four est généralement composée de ferraille, voire de fer de refonte, auxquels on ajoute parfois de l'éponge de fer. Ces usines d'une capacité annuelle de moins de 500 000 tonnes (en moyenne 350 000 tonnes) ne produisent pas de fonte liquide à partir de minerai; elles fabriquent généralement des barres, du fil machine et du fer marchand (profilés et lames d'acier).

Les usines non intégrées achètent de l'acier semi-fini des usines intégrées ou des mini-aciéries pour le laminage final et la fabrication de produits finis. Plusieurs de ces usines sont des satellites d'opération de finissage pour les producteurs d'acier brut. Ce groupe inclut les installations pour le laminage de produits d'acier au carbone et pour la finition des aciers alliés intermédiaires.

2.3.2 Le laminage et la finition

L'acier destiné au laminage peut être coulé selon deux procédés principaux: la coulée en lingots ou en continu.

La coulée en lingots produit des blocs massifs de section rectangulaire dont le poids varie de quelques tonnes à 40 tonnes. Ce lingot doit être laminé ou forgé pour être converti aux formes et aux dimensions désirées par le consommateur. La première étape de la fabrication d'acier laminé est le laminage à chaud des lingots sur des laminoirs à brames ou à blooms. Le produit obtenu est de section rectangulaire, carrée ou ronde et le diamètre ou l'épaisseur varie de six pouces à plus d'un pied. Les blooms sont subséquemment transformés en produits laminés longs et les brames en produits plats tels que tôle forte, feuille et feuillard.

La coulée en continu permet d'obtenir directement des blooms, des brames ou des billettes à partir de l'acier liquide. Les laminoirs à brames modernes ont une capacité variant entre un million de tonnes et plus de trois millions de tonnes. Ces brames, de section rectangulaire, sont laminées en plaques, dont la grandeur est limitée par les dimensions des brames d'origine, en feuilles ou en feuillards. Ces tôles sont vendues noires (telles que laminées à chaud), décapées ou relaminées à froid, huilées, vendues telles quelles ou recouvertes d'une mince couche de zinc, d'étain ou d'autres matériaux. Certains feuillards à chaud sont utilisés selon

leurs dimensions pour la fabrication de tuyaux et de tubes soudés. Les billettes sont laminées en formes intermédiaires plus petites ou directement en fils machine, profilés légers et lourds ou en rails de chemin de fer. La capacité des laminoirs à billettes varie de 100 000 tonnes à un million de tonnes.

La coulée en lingots est surtout utilisée dans les sidérurgies intégrées, d'un volume de production de de plusieurs millions de tonnes. Les aciéries plus petites, notamment les miniaciéries, utilisent souvent la coulée continue en brames et billettes, ce qui évite l'étape du laminage primaire, réduit les rejets internes et accélère la production. Cette technologie récente est de plus en plus adoptée par les sidérurgies intégrées.

2.3.3 Les fonderies de fer et d'acier

Les fonderies se divisent en deux catégories: les fonderies de fonte et les fonderies d'acier.

Les fonderies de fonte produisent de la fonte élaborée à partir de charges froides: fonte en gueuse et rebuts de fonte et d'acier. Les fours les plus utilisés sont le cubilot, version miniature et simplifiée du haut fourneau, utilisant du coke métallurgique comme combustible et les fours à induction. Ce dernier prend de plus en plus de popularité chez les fondeurs du Québec aux dépens du cubilot. Une fois la fonte élaborée, les pièces sont coulées, refroidies, détachées des moules et ébarbées.

Les fonderies d'acier du Québec n'utilisent que de la ferraille. Elles produisent des pièces d'acier particulières nécessitant souvent des traitements thermiques. Ces pièces sont de dimensions variant de quelques kilogrammes à plus d'une centaine de tonnes. Une fois l'acier élaboré et coulé, les pièces sont traitées thermiquement et ébarbées.

2.3.4 Les ferro-alliages

Les ferro-alliages sont fabriqués selon trois méthodes: au haut fourneau (en Europe seulement), au four à arc électrique submergé et par métallothermie. Le mélange usuel de matières premières est constitué de minerais, de carbone (copeaux de bois, charbon et coke) et de fondant auxquels s'ajoutent des tournures d'acier. Au Québec, les ferro-alliages sont produits au four à arc électrique submergé.

2.4 Les équipements

Les sidérurgies intégrées ont généralement un important volume de production (millions de tonnes par année). Elles utilisent des hauts fourneaux pour produire de la fonte et des fours Thomas, Martin ou des convertisseurs à oxygène pour raffiner cette fonte en acier.

Le haut fourneau est généralement alimenté en minerai de fer bouleté, en briquettes ou en agglomérés de fer. Le combustible utilisé est du coke métallurgique.

Ce type de fourneau est toujours accompagné d'installations annexes, soit des souffleries et appareils à vent chaud, fournissant l'air enrichi d'oxygène nécessaire à la combustion et à la fusion de la charge et d'un équipement de récupération et de dépoussiérage des gaz de combustion.

Le haut fourneau et ses annexes représentent un investissement de 720 millions de dollars américains. Le seuil de rentabilité se situe à 2 millions de tonnes par an. On en retrouve 14 au Canada dont 12 sont situés en Ontario. L'autre façon de réduire le minerai de fer bouleté est le procédé de réduction directe. Ce procédé consiste à éliminer l'oxygène du minerai à l'aide d'agents réducteurs (CO et H_2) à une température inférieure au point de fusion. Les boulettes métallisées (ou éponges de fer) obtenues de ce procédé peuvent être utilisées dans n'importe quelle aciérie pour la production d'acier ou insérées dans la charge des hauts fourneaux de façon à augmenter leur productivité. Selon l'investissement initial et les conditions d'opération, notamment le prix du gaz naturel (agent réducteur), le seuil de rentabilité peut s'étendre de 100 000 à un million de tonnes par année. De façon générale l'investissement est de 40 pour cent moins élevé pour la réduction directe que pour le haut fourneau. Au Canada, seule Sidbec utilise ce procédé.

Les deux fours les plus utilisés pour le raffinage de la fonte en Amérique sont le convertisseur à oxygène et le four Martin. Le four à arc électrique a été développé pour refondre la ferraille.

Le convertisseur à oxygène le plus employé pour la production d'acier à haut tonnage est le BOP (Basic Oxygen Process). Ce four accepte généralement de 65 à 75 pour cent de fonte liquide provenant du haut fourneau, le reste étant de la ferraille. Le raffinage se fait par injection d'oxygène et sans source énergétique extérieure. Les plus anciens convertisseurs utilisent une lance à

oxygène tandis que les plus récents soufflent ce gaz par une ouverture au fond du creuset. La capacité de ces convertisseurs varie de 25 à 300 tonnes par charge et le raffinage peut s'effectuer en moins d'une heure.

Historiquement le four Martin a été le principal four de fabrication d'acier à haut tonnage. En raison de la longueur de son cycle d'opérations et de l'apport énergétique extérieur qu'il nécessite, ce four est de plus en plus remplacé par le convertisseur à oxygène. La charge est composée de 50 pour cent de fonte primaire liquide, le reste étant de la ferraille. Un combustible (huile ou gaz) est nécessaire pour fondre la ferraille et maintenir la température d'opération (1530°C et plus) sur une période de quatre à dix heures, temps nécessaire pour produire l'acier. La capacité de ces fours varie de 125 à 450 tonnes.

Le four à arc électrique a été développé pour fondre la ferraille. Il peut donc accepter 100 pour cent de ferraille et est surtout utilisé dans les miniaciéries à chargement de métal froid (fonte en gueuse, boulettes métallisées et ferraille). Il est généralement employé lorsque la demande est intermittente ou n'exige pas une production à grande échelle du type de la filière classique, ou dans une région industrielle où l'électricité et la ferraille sont abondantes. Quoique rarement utilisé dans les usines intégrées produisant de la fonte primaire, il peut accepter 20 pour cent de fonte liquide. La capacité de ce type de four varie de quelques tonnes à près de 200 tonnes.

Le cubilot et le four à induction sont généralement utilisés par les fonderies de fonte. En raison de sa grande flexibilité, de son bon rendement de fusion et de ses coûts d'opération et d'investissement peu élevés, le cubilot fut largement utilisé par les petites fonderies de fonte. Il est de plus en plus remplacé par le four à induction, moins polluant et plus facile à charger. En théorie, rien n'empêche les fondeurs d'utiliser des rebuts de fonte dans les fours à induction; en pratique, ils emploient généralement des rebuts d'acier et leurs rebuts internes, ce qui leur permet d'exercer un meilleur contrôle des éléments résiduels et de réduire le danger d'explosion.

2.5 Les utilisations des métaux ferreux

La fonte est utilisée pour la fabrication de pièces moulées à cause de son coût relativement bas et de ses caractéristiques qui peuvent se résumer comme suit:

- très bonne aptitude au moulage, permettant d'obtenir des pièces de fonderie de n'importe quel poids et dimensions et de formes compliquées;
- élaboration dans des fours relativement simples;
- bonne résistance aux efforts répétés et à la fatigue;
- capacité élevée d'amortissement des vibrations;
- faible sensibilité à l'effet d'entaille;
- grande rigidité;
- bonne conductibilité thermique;
- usinage facile sur les machines-outils donnant un bon degré de fini superficiel;
- bonne résistance à la corrosion et à l'usure.

Après un certain nombre d'années, lorsque les pièces ont accompli leur fonction, elles gardent encore une certaine valeur comme ferraille à refondre.

Les aciers peuvent être subdivisés en trois grandes catégories selon leur emploi.

Les aciers au carbone et les micro-alliés sont destinés aux applications les plus communes et les plus courantes (ex: acier de construction).

Les aciers inoxydables contiennent une partie importante de chrome de nickel et d'autres éléments d'alliages. Ils sont utilisés dans des champs d'application nécessitant une bonne résistance à la corrosion.

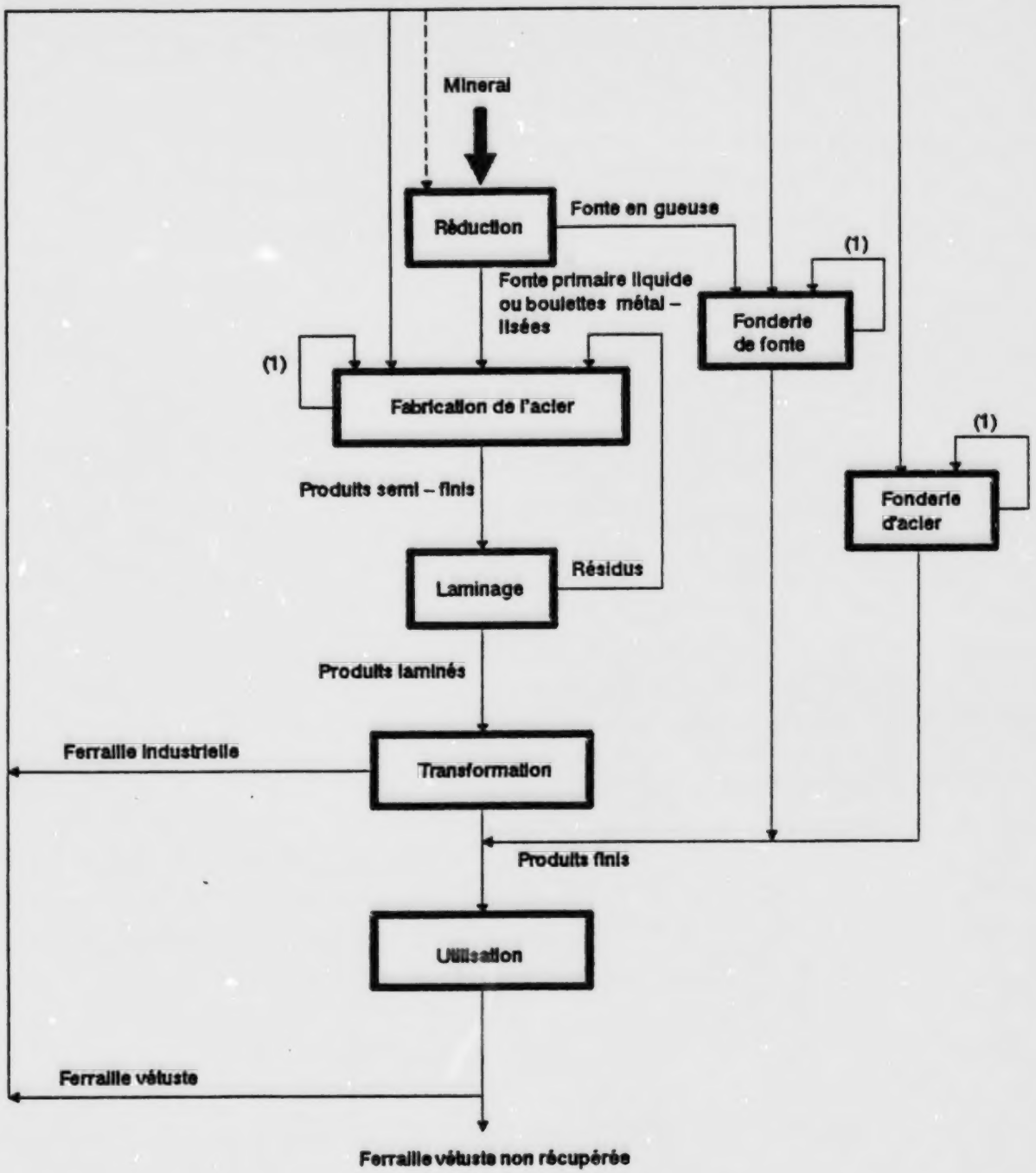
Les aciers spéciaux sont fabriqués pour répondre à d'autres applications bien particulières et leur composition chimique est très variée (ex: aciers outils).

Les produits finis d'acier peuvent être regroupés en trois catégories:

- les aciers laminés comprenant les aciers plats, tubes et tuyaux, barres et profilés, fils et dérivés et les rails de chemin de fer;
- les aciers moulés;
- les aciers forgés.

Figure A

CYCLE DES METAUX FERREUX



(1) Ferraille de propre fabrication

3- CONTEXTE ÉCONOMIQUE DE L'INDUSTRIE DES MÉTAUX FERREUX

L'industrie des métaux ferreux, florissante dans les années 1970, a connu sa part de problèmes dans les années 1980, spécialement en 1982 où la récession économique a ralenti considérablement l'activité de ce secteur. Le Canada et le Québec n'ont pas échappé à cette crise mondiale. La production de métaux ferreux a connu un sommet à la fin des années 1970 pour ensuite atteindre un minimum en 1982-1983. Depuis ces dernières années, une certaine reprise s'est fait sentir. Les données statistiques que contient ce chapitre illustrent bien ce phénomène.

3.1 La production

3.1.1 La production mondiale

La production mondiale d'acier brut, selon l'IISI (International Iron and Steel Institute), n'a cessé de décroître de 1979 à 1982, passant de 747 millions à 645 millions de tonnes. On a constaté une légère reprise en 1983 (663,3 millions de tonnes) et cette tendance s'est poursuivie en 1984 pour atteindre un volume de production de 710 millions de tonnes. Les cinq plus gros pays producteurs d'acier brut sont, par ordre décroissant, l'URSS, le Japon, les États-Unis, la Chine et l'Allemagne de l'Ouest (tableau 1).

La figure B illustre la baisse de la production mondiale d'acier brut et de fonte primaire de 1979 à 1983 et la reprise observée l'année suivante.

TABLEAU 1 PRODUCTION MONDIALE D'ACIER BRUT (EN MILLIONS DE TONNES MÉTRIQUES)

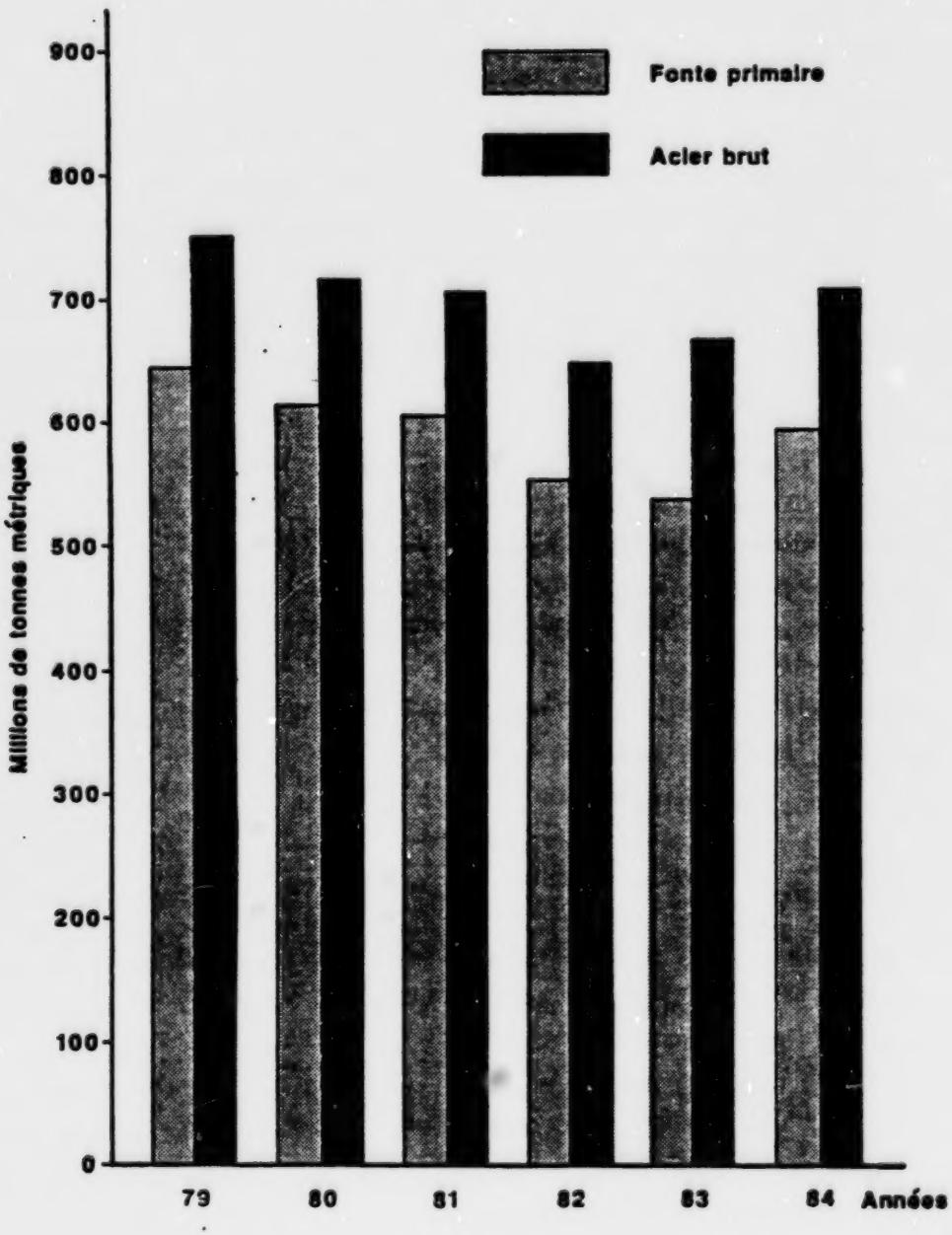
	1984p	1983	1982	1981	1980	1979	Variation 1984/83 (p. 100)
Union Soviétique	155,3	152,5	147,2	148,5	147,9	149,1	1,8
Japon	105,6	97,2	99,5	101,7	111,4	111,7	8,7
Etats-Unis	83,9	76,8	67,7	109,6	101,5	123,7	9,2
Chine	43,7	40,0	37,2	35,6	37,1	34,5	9,2
Allemagne de l'Ouest	39,4	35,7	35,9	41,6	43,8	46,0	10,2
Italie	24,0	21,8	24,0	24,8	26,5	24,3	10,0
France	19,0	17,6	18,4	21,3	23,2	23,4	8,1
Brésil	18,4	14,7	13,0	13,2	15,3	13,9	25,4
Pologne	16,4	16,2	14,8	15,7	19,5	19,2	1,2
Royaume-Uni	15,1	15,0	13,7	15,6	11,3	21,5	0,7
Tchécoslovaquie	15,0	15,0	15,0	15,3	14,9	14,8	0,0
Canada	14,7	12,8	11,9	14,8	15,9	16,1	14,6
Roumanie	14,3	12,6	13,1	13,0	13,2	12,9	13,5
Espagne	13,5	13,0	13,2	12,9	12,6	12,2	3,7
Corée du Sud	13,0	11,9	11,8	10,8	8,6	7,6	9,4
Belgique	11,3	10,2	10,0	12,4	12,4	13,5	11,3
Inde	10,5	10,2	11,0	10,8	9,5	10,1	2,7
Afrique du Sud	7,7	7,0	8,2	9,0	9,1	8,9	10,0
Mexique	7,5	6,9	7,1	7,7	7,2	7,1	8,4
Allemagne de l'Est	7,5	7,2	7,2	7,5	7,3	7,0	4,2
Corée du Nord	6,5	6,1	5,8	5,5	5,8	5,4	6,6
Australie	6,2	5,6	6,4	7,6	7,6	8,1	10,8
Hollande	5,7	4,5	4,4	5,5	5,3	5,8	28,0
Taïwan	5,0	5,0	4,2	3,2	3,4	3,2	0,0
Autriche	4,9	4,4	4,3	4,7	4,6	4,9	10,4
Suède	4,7	4,2	3,9	3,8	4.2	4,7	11,7
Turquie	4,3	3,8	3,2	2,4	2,5	2,4	11,9
Yougoslavie	4,2	4,1	3,8	4,0	3,6	3,5	2,4
Luxembourg	4,0	3,3	3,5	3,8	4,6	4,9	21,1
Hongrie	3,8	3,6	3,7	3,6	3,8	3,9	5,6
Bulgarie	2,8	2,8	2,6	2,5	2,6	2,5	0,0
Venezuela	2.7	2,3	2,2	2,0	2,0	1,5	17,7
Argentine	2,6	2,9	2,9	2,5	2,7	3,2	-10,4
Finlande	2,6	2,4	2,4	2,4	2,5	2,5	8,4
Autres	15,1	13,7	12,4	12,5	12,8	12,6	10,2
Total	709,9	663,3	645,2	707,2	716,2	746,7	7,0

p: valeurs préliminaires

Source: American Metal Market, 24 juillet 1985

FIGURE B

PRODUCTION MONDIALE D'ACIER BRUT ET DE FONTE PRIMAIRE



Source: American Metal Market.

3.1.2 La production canadienne

La production d'acier brut au Canada a suivi la tendance mondiale. De 16,1 millions de tonnes en 1979, elle n'a cessé de décroître pour atteindre un minimum de 11,9 millions de tonnes en 1982. Une certaine reprise s'est, par la suite, fait sentir, la production s'élevant à 12,8 millions de tonnes en 1983 et à 14,7 millions de tonnes l'année suivante. Le Canada se classait alors au douzième rang des pays producteurs d'acier brut et sa production ne comptait que pour deux pour cent du total mondial (tableau 1). La figure C illustre la variation de la production canadienne d'acier brut de 1971 à 1984 et donne la répartition de la production par type de four. Au cours des ans, le four Martin a été de plus en plus délaissé au profit du four électrique et du convertisseur à l'oxygène.

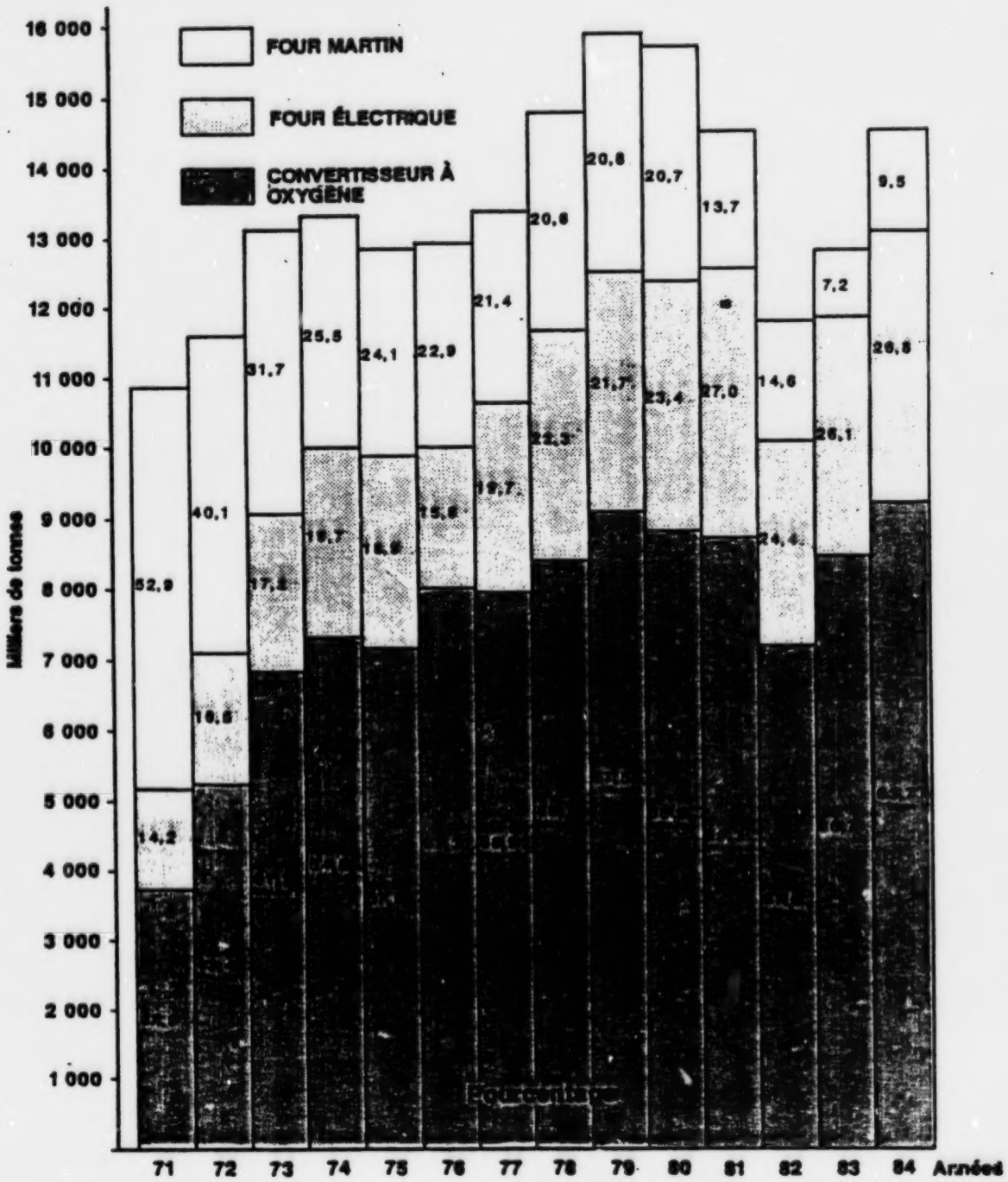
La capacité de production d'acier brut a dû être réduite dans la plupart des pays de l'Ouest. Des efforts de rationalisation des équipements ont été rendus nécessaires de façon à faire face à la crise qui a durement touché l'industrie. Le Canada est cependant l'un des rares pays à avoir obtenu un taux d'utilisation supérieur à la moyenne des pays occidentaux de 1982 à 1984 tout en augmentant légèrement sa capacité de production. Les données du tableau 2 illustrent cette situation.

3.1.3 La production québécoise

La production québécoise d'acier, incluant celle des aciéries, forges et fonderies d'acier, a été évaluée en 1980 à 1 350 000 tonnes. Elle a connu une certaine baisse en 1981 pour se stabiliser à 1 400 000 tonnes en 1983. Les estimations pour 1985 donnent 1 600 000 tonnes (tableau 3). La quantité pour 1982 n'est pas disponible. La tendance observée pour les productions mondiale et canadienne d'acier brut laisse présager une baisse de production importante pour cette dernière année.

FIGURE C

PRODUCTION D'ACIER PAR TYPE DE FOUR AU CANADA



Source:Annuaire des minéraux du Canada

TABLEAU 2: CAPACITÉ DE PRODUCTION D'ACIER BRUT DANS LE MONDE OCCIDENTAL ET TAUX D'UTILISATION

	Capacité millions de t m			Taux d'utilisation (p. 100)		
	1982	1983	1984	1982	1983	1984
États-Unis	139,8	136,5	122,7	48	56	71
Canada	19,2	20,1	20,3	62	64	72
Océanie	9,2	6,9	7,1	72	85	90
Japon	157,8	156,7	156,0	63	62	66
CEE(10)[1]	198,4	193,0	191,0	56	57	60
Autres pays d'Europe occ.	43,9	44,3	44,9	75	77	79
Total OCDE	568,3	557,5	542,0	58	60	67
Reste du monde occ.	99,0	104,0	108,0	70	68	71
Total du monde occ.	667,3	661,5	650,0	60	62	68

1 Communauté économique européenne, (10 pays)

Source: Le Marché de l'acier en 1983 et les perspectives en 1984 OCDE Paris, 1984

TABLEAU 3 PRODUCTION QUÉBÉCOISE D'ACIER

	tonnes métriques
1980	1 350 000
1981	1 285 000
1982	non disponible
1983	1 400 000
1984[e]	1 500 000
1985[e]	1 600 000

e: estimations

Source: Ministère de l'Industrie et du Commerce, Québec - Direction chimie et métallurgie

Le Québec est le plus important producteur au monde de fer de refonte à basse teneur en manganèse. Il occupe 45 pour cent du marché mondial. La production québécoise représente 70 pour cent de la production canadienne.

Les fonderies du Québec ont été le secteur le plus durement touché par la crise. La baisse de production a été assez sévère, en particulier pour les fonderies d'acier. En 1978 on dénombrait 49 fonderies de fonte et d'acier au Québec. Il en existe actuellement 29 en opération, soit 5 d'acier et 24 de fonte. Les statistiques qui suivent illustrent bien les difficultés qu'a connues ce secteur de l'activité québécoise au cours des 5 dernières années.

La production des fonderies québécoises a chuté de 84 000 tonnes de 1980 à 1983, passant de 219 000 tonnes à 135 000 tonnes, ce qui représente une baisse de 38 pour cent. On a observé une certaine reprise en 1984, la production atteignant 150 000 tonnes. Les fonderies d'acier ont été les plus durement touchées: elles ont subi une baisse de production de 60 000 tonnes de 1980 à 1982 ce qui représente une diminution de 51 pour cent par rapport à 1980. Une timide reprise a été observée pour les années 1983 et 1984. Les fonderies de fonte ont ressenti l'effet de la récession un peu plus tard, accusant une baisse de production de 42 pour cent en 1983 comparativement à 1981. On a observé une légère reprise l'année suivante (tableau 4).

TABLEAU 4 PRODUCTION ET CAPACITÉ DE PRODUCTION DES FONDERIES DU QUÉBEC

production (capacité)	1980 tonnes métriques	1980 % d'utilisation	1981 tonnes métriques	1981 % d'utilisation	1982 tonnes métriques	1982 % d'utilisation	1983 tonnes métriques	1983 % d'utilisation	1984 tonnes métriques	1984 % d'utilisation
Fonderies de fonte	101 603 (263 470)	39	121 306 (263 770)	46	104 643 (265 770)	39	70 000 (n.d.)	-	80 000 (160 000)	50
Fonderies d'acier	117 422 (163 500)	72	91 504 (163 500)	56	57 086 (163 500)	35	65 000 (n.d.)	-	70 000 (140 000)	50
TOTAL	219 025 (426 970)	51	212 810 (427 270)	50	161 729 (429 270)	38	135 000 (n.d.)	-	150 000 (300 000)	50

n.d.: non disponible

Source: Profil de l'industrie québécoise de la fonderie des métaux ferreux
Gouvernement du Québec, ministère de l'Industrie et du Commerce, éditions 1983, 1985

La capacité annuelle de production des aciéries du Québec est évaluée à 2,25 millions de tonnes et celle des fonderies de fonte et d'acier à 160 000 tonnes et 140 000 tonnes. Les forges utilisant des fours à fusion peuvent produire 110 000 tonnes et les producteurs de ferro-alliages 270 000 tonnes. La production de fer de refonte de QIT Fer et Titane peut atteindre 600 000 tonnes (tableau 11, pages 40 et 41).

3.2 Le bilan des importations et des exportations

Le tableau 5 regroupe les quantités de métaux ferreux importées et exportées par le Québec pour les années 1977 à 1984. Les exportations sont, pour chacune des années, supérieures aux importations. La quantité maximale des exportations a été de 1,48 million de tonnes en 1981 et la valeur minimale, de 750 000 tonnes en 1982. Les importations ont varié de 252 000 tonnes (1982) à 614 000 tonnes (1981). Comme le Canada, le Québec est un exportateur de métaux ferreux.

TABLEAU 5 IMPORTATION ET EXPORTATION DE MÉTAUX FERREUX AU QUÉBEC (EN TONNES MÉTRIQUES)

	Import	Export
1977	340 149	867 842
1978	312 083	1 091 457
1979	417 926	889 458
1980	252 843	955 746
1981	614 273	1 478 426
1982	251 722	1 047 619
1983	266 815	750 385
1984	490 916	847 538

Métaux ferreux: ferro-alliages, fer et acier primaire, moulages et pièces forgées, barres et tiges d'acier, tole, feuilles et feuillards d'acier, profilés de construction d'acier et palplanches, rails et matériel de voie ferrée, tuyaux et tubes de fer et d'acier, fils, cables et cordages de fer et d'acier, fils, toiles et treillis métalliques, boulons, écrous, vis, clous et quincaillerie de base, chaînes, valves et accessoires de tuyauterie, autres ouvrages de base de métal.

Ces données sont des estimations; la disponibilité de chacun de ces items varie selon les années.

Source: Bureau de la Statistique du Québec,
matrice import-export (microfiche)
années 1977-1984

4- L'OFFRE DE FERRAILLE AU QUÉBEC

L'industrie canadienne de la ferraille compte environ 600 entreprises. Cette industrie pyramidale est composée à la base de récupérateurs qui ne font qu'amasser la ferraille. Les grossistes qui amassent et trient la ferraille sont moins nombreux; ils forment le deuxième niveau de récupération. Ceux qui exploitent une usine de traitement (cisaillage et déchiquetage) se situent au sommet de la pyramide. Ces exploitants constituent l'élément le plus important puisque ce sont eux qui préparent les produits dont l'industrie aura besoin et leur nombre est restreint.

Il existe au Québec trois usines de déchiquetage d'une capacité globale de 360 000 tonnes par année. Le Canada, pour sa part, en compte 15 pour une capacité annuelle de 10,2 millions de tonnes, ce qui représente 1,3 million d'autos par année.

4.1 Les quantités récupérées et le commerce de la ferraille

La récupération de la ferraille est en baisse au Québec depuis les deux dernières années. Elle a atteint un sommet de 1,8 million de tonnes en 1984 pour ensuite redescendre et se stabiliser à 1,6 million de tonnes en 1986 (tableau 6). La proportion de ferraille provenant du Québec est de 77 pour cent; 19 pour cent proviennent des autres provinces canadiennes et le reste des pays étrangers. Cette baisse de ferraille récupérée peut s'expliquer par une réduction de la disponibilité des rebuts métalliques.

TABLEAU 6

FERRAILLE RÉCUPÉRÉE AU QUÉBEC

MÉTAUX	1986	1985	1984	1983	PROVENANCE		
					Québec (p. 100)	autres provinces (p. 100)	étranger (p. 100)
Fer et acier M tonnes	1,60	1,65	1,80	1,70	77	19	4
acier inox. tonnes	4 500	5 800	5 900	4 600	en majeure partie	--	--
Fonte tonnes	39 320	41 800	38 200	30 300	91	5	4

Source: Ministère de l'Industrie et du Commerce, Québec

TABLEAU 7

IMPORTATION ET EXPORTATION DE DÉCHETS DE FER ET D'ACIER PAR LE QUÉBEC
(tonnes métriques)

	1982	1983	1984	1985
Exportation				
déchets de fer	2 620	12 776	16 079	7 937
déchets d'acier	156 833	105 550	199 447	245 631
TOTAL	159 453	118 326	215 526	253 568
Importation				
déchets de fer	15 720	16 604	44 495	30 265
déchets d'acier	28 605	26 997	28 216	27 548
TOTAL	44 325	43 601	72 711	57 813

Source: Bureau de la statistique du Québec

Tel que l'indique le tableau 7, de façon générale le Québec est un exportateur net de ferraille, les importations étant inférieures, pour chacune des années, aux exportations.

Les exportations ont été à leur plus bas en 1983, soit 118 326 tonnes. Elles ont remonté les deux années suivantes, se stabilisant à 253 568 tonnes en 1985.

Les importations ont connu leur plus bas niveau en 1983 (43 601 tonnes) et ont atteint un sommet de 72 711 tonnes en 1984. Elles se chiffraient à 57 813 tonnes en 1985.

La quantité de ferraille disponible sur le marché québécois s'élève à 1,4 million de tonnes. Cette statistique a été obtenue en soustrayant les exportations du volume de ferraille récupérée. Les importations n'ont pas été ajoutées puisqu'elles ont déjà été comptées dans l'évaluation de la quantité de ferraille préparée par les récupérateurs.

4.2 L'industrie de la récupération

4.2.1 Les approvisionnements

Les récupérateurs achètent généralement trois types de ferraille: les rebuts de démolition, les résidus industriels provenant d'usine de transformation (usinage, tournage, machinage, estampillage, découpage, etc.) et la ferraille vétuste, pièces métalliques mises au rebut après utilisation. Cette ferraille comprend

notamment les appareils mënagers, les carcasses d'automobiles, les ferrailles de chemin de fer (rails, wagons, etc.), les vieux bateaux et autres ferrailles ramassées par les petits rëcupërateurs.

Un inventaire des carcasses d'autos, rëalisë par le ministère de l'Environnement du Quëbec en 1983, a rëvëlë que de 300 000 à 400 000 carcasses de voitures sont mises au rebut annuellement et que 75 pour cent d'entre elles sont rëcupërës. Le Quëbec a produit 300 000 tonnes de ferraille dëchiquetëe en 1985.

Le principal point de rëcupëration est situë dans la rëgion de Montrëal (comprenant Contrecoeur et Laprairie). Selon le rapport Shnay (1978), la ferraille voyage de Quëbec et de la Côte-Nord (Sept-Iles) vers Montrëal. Une faible partie est exportëe à partir de ces deux points. Une certaine quantitë voyage de l'Outaouais vers Eastern Castings, propriëtë d'Ivaco situëe à l'Orignal en Ontario. Un certain volume de ferraille consommëe au Quëbec vient des Maritimes. Les sources de ferraille du Quëbec ne suffisent pas à alimenter entièrement les rëcupërateurs quëbëcois.

4.2.2 Le traitement de la ferraille

Les traitements les plus usuels effectuës sur la ferraille sont le cisaillage et le dëchiquetage. Les rebuts de dëmolition, les plaques, l'acier de structure et les autres pièces d'importance sont cisaillës selon des normes prëcises (tableau 8). Les plus gros ferrailleurs utilisent une cisaille hydraulique à guillotine pour couper le mëtal. La plus utilisëe prend des pièces de cinq pieds de large par 18 pouces d'ëpais. À dëfaut de cisaille, les pièces sont coupëes au chalumeau.

TABLEAU 8

CLASSIFICATION DE LA FERRAILLE

GROUPES	CONSTITUANTS	EXIGENCES DE QUALITÉ	DIMENSION (mm)	ÉPAISSEUR (mm)
A- Busheling (bas résiduels)	Retailles, lames, lamelles d'acier neuf, tuyaux neufs de diamètre inférieur à 100 mm.	Exempt de tout revêtement autre que la peinture, de ferraille automobile et de matériel électrique contenant plus de 0,5 pour cent de silicium	300 max x 300 max	300
B- Plaques et acier structural (moyens résiduels)	Fer plat, profilés, plaques de démolition d'immeubles, de navires, etc.	Exempt de tout revêtement et de composants non ferreux.	600 max x 1 500 max	6 min.
C- Ferraille déchiquetée (hauts résiduels)	Carcasses automobiles, tôles, acier lourd nº 1 et nº 2 non préparés, contenants, réservoirs, articles ménagers.	Exclut les réservoirs à essence, les pneus et les moteurs.	Fragmentée par déchiquetage (1 120 kg/m^3)	
D- Acier lourd nº 1	Pièces de machinerie lourde et agricole (roues, châssis, etc.), acier de charpente, tuyaux neufs de diamètre supérieur à 100 mm.	Exempt de tout revêtement (chrome, zinc, étain, peinture, etc.), de tout composant non ferreux, de pièces électriques de ferraille légère, de grilles et de fonte.	600 max x 1 500 max	6 min.
E- Acier lourd nº 2	Pièces d'automobile, roues, châssis, acier d'armature, câbles de diamètre supérieur à 25 mm et tuyaux coupés en bouts d'un mètre et moins.	Exempt de revêtements autres que le zinc et la peinture, exclut les pièces électriques, la ferraille légère, les grilles et la fonte et les composants non reux.	450 max x 900 max	3 min.
F- Résidus d'usinage	Résidus d'acier neuf provenant de tournage, machinage, etc.	Exempt de composants non ferreux et de substances organiques (graisse, huile, etc.).		
G- Fonte	Toutes pièces de fonte	Exempt de composants non ferreux	Selon la dimension des fours	

Source: ISIS Handbook, édition 1985, pages 6, 7

Les carcasses d'automobiles et la vieille tôle sont déchiquetées. Les carcasses doivent subir un pressage préliminaire. L'opération se fait à l'aide de presses mobiles. La carcasse destinée au pressage n'a plus de pneus, de bloc moteur, d'essieux et de transmission. Les pièces les plus demandées ont été retirées. La carcasse est placée entre les deux tabliers de la presse et est écrasée.

Le déchiquetage se fait à l'aide d'un rotor sur lequel sont fixées quatre séries de marteaux. La carcasse est insérée sur un plan incliné entre les grilles réceptrices et le rotor. Les marteaux déchirent alors la voiture en morceaux dont la dimension est en moyenne de 12 x 6 centimètres. La grosseur de la ferraille déchiquetée varie selon l'usure des marteaux. La durée de vie de ceux-ci est de 6 000 carcasses.

Le métal ferreux est extrait par tri magnétique. Les substances non métalliques sont aspirées. Le reste est composé de métaux non ferreux qui sont vendus tels quels aux fonderies ou sont exportés. Au Québec, la compagnie Fer et Métaux Recyclés Ltée, qui fait elle-même le déchiquetage des carcasses de voitures, effectue le traitement des métaux non ferreux provenant du déchiquetage de carcasses d'automobiles.

Le poids moyen d'une carcasse est de 1 100 kilogrammes. Les déchiqueteurs calculent qu'en moyenne de 25 à 30 pour cent de résidus non métalliques sont obtenus lors du déchiquetage. Ce pourcentage peut s'élever jusqu'à 40 pour cent selon la nature de la ferraille employée. La quantité de métaux non ferreux obtenue est d'environ 3 pour cent dont 2,5 pour cent sont récupérés. Selon James E. Fowler de l'ISIS(1), de 270 à 400 kilogrammes de résidus sont obtenus lors du déchiquetage de chaque carcasse de voiture. Ces résidus comprennent de 20 à 30 kilogrammes de métaux non ferreux. La moitié du métal non ferreux est de l'aluminium.

---

(1) James E. Fowler, 1984. "Processing Automobile Hulks", dans Recycling Today, pp. 9-14.

Selon leur grosseur, les déchiqueteuses modernes peuvent produire, sur une base mensuelle, de 1500 à plus de 20 000 tonnes de ferraille avec une seule équipe de production. Les petites déchiqueteuses produisent de 1500 à 3000 tonnes par mois. La déchiqueteuse de grosseur moyenne peut produire de 5000 à 6000 tonnes par mois. Les grosses déchiqueteuses produisent de 10 000 à 15 000 tonnes par mois, soit de 60 à 90 tonnes l'heure. Les très grosses vont jusqu'à 20 000 tonnes par mois.

Les trois déchiqueteuses employées au Québec ont une capacité de 10 000 tonnes par mois.

La quantité de plastique contenue dans la carcasse automobile n'a pas cessé d'augmenter depuis une vingtaine d'années. En 1967, l'automobile moyenne contenait 27 kilogrammes de plastique. La consommation de plastique de l'industrie automobile, qui était d'un milliard de tonnes en 1983, devrait s'élever à 2,2 milliards de tonnes d'ici 1995. La voiture comprendra, en moyenne, de 110 à 140 kilogrammes de plastique à la fin du siècle.

Les vieux appareils ménagers (cuisinières, réfrigérateurs, laveuses, sécheuses, etc.) peuvent également faire l'objet d'un déchiquetage. Cette ferraille est acheminée aux lieux d'enfouissement ou aux dépôts de matériaux secs où elle est séparée manuellement des déchets et vendue aux récupérateurs locaux. Les appareils ménagers sont par la suite expédiés sans traitement préalable aux déchiqueteurs de Montréal ou encore cisaillés, démontés sur place et vendus aux différents utilisateurs de ferraille.

Selon l'efficacité du traitement effectué sur cette ferraille, le revêtement émaillé, le matériel isolant et le contenu en plastique et en métaux non ferreux de ces unités peuvent faire obstacle au recyclage. Cependant, devant la rareté de la carcasse automobile, les gros appareils ménagers représentent une alternative intéressante pour les récupérateurs.

Le tableau suivant donne le contenu en métal des appareils ménagers(1).

TABLEAU 9 CONTENU EN FER DES APPAREILS MÉNAGERS

Types d'appareils	Contenu en fer (kg/unité)
Réfrigérateurs	118
Laveuses	94
Cuisinières	81
Congélateurs	89
Réservoirs à eau chaude	31
Sécheuses	60
Climatiseurs	28
Laveuses de vaisselle	55

Selon l'Association des manufacturiers canadiens, les appareils vendus au Canada se répartissent ainsi: 30 pour cent au Québec, 36 pour cent en Ontario et le reste dans les huit autres provinces. Le tableau 10 donne une estimation pour 1986 du volume des ventes des appareils ménagers au Québec ainsi que la durée de vie pour chacun des types d'appareils. Le volume global s'élève à 683 000 unités et la durée de vie moyenne se situe à 15 ans. On estime que 75 pour cent des appareils ménagers mis au rebut sont récupérés.

(1) ALBRECHT OSCAR W. ET AUTRES, 1973. Economic and technological impediments to recycling obsolete ferrous solid waste. National Environmental Research Center, Cincinnati, Ohio. Solid and hazardous waste research lab.

TABLEAU 10:

VENTES D'APPAREILS MÉNAGERS AU QUÉBEC, ESTIMATION POUR 1986

Types d'appareils ménagers	ventes (nombre d'unités)	durée de vie (années)
Réfrigérateurs	151 500	15
Laveuses	141 900	17-18
Cuisinières	126 600	15
Sécheuses	113 400	15
Lave-vaisselle	82 800	12
Congélateurs	66 900	15
Total	683 100	moyenne: 15

Source: Association des manufacturiers canadiens

Le désétamage est un traitement de ferraille visant à récupérer l'étain de l'acier étamé. La seule usine canadienne effectuant cette opération est celle de Metal Recovery Industries Inc. à Hamilton. Elle utilise des rebuts de fabrication de contenants. Le désétamage se fait à l'aide d'une solution alkaline à 20 pour cent de NaOH dans laquelle l'étain est dissout. L'étain est vendu sous forme métallique ou sous forme de stannate de sodium ou de potassium. L'acier est retourné aux sidérurgies. La compagnie Vulcan Materials effectue un traitement similaire aux États-Unis. Elle accepte des boîtes de conserve de rebut. Celles-ci doivent cependant être ouvertes aux deux bouts, lavées, libres de toutes étiquettes et écrasées.

La mise en ballots des rebuts métalliques ferreux n'est pas très répandue au Québec. Cette pratique ne permet pas aux utilisateurs d'effectuer un contrôle adéquat de la qualité de la ferraille. Ce genre de traitement est plutôt appliqué aux métaux non ferreux.

4.2.3 Les entreprises de récupération

Les entreprises de récupération d'importance au Québec, qui effectuent des opérations de traitement de la ferraille, oeuvrent en moyenne depuis 10 à 20 ans dans le domaine. Leurs activités comprennent le tri et le cisaillage de la ferraille. Trois des sept entreprises consultées ont comme activité principale le déchiquetage des carcasses d'autos. Le pressage des carcasses est donné à contrat à des transporteurs qui s'occupent de presser et d'amener les carcasses chez le récupérateur. Les presses sont louées au contractant par la compagnie. Le prix du transport est inclus dans le prix payé au fournisseur. Les produits sont expédiés par train ou par camion et le bateau est réservé à l'exportation. Les compagnies ne possèdent pas de contrats avec leurs fournisseurs. Elles fonctionnent généralement par ententes verbales.

Le potentiel total de récupération de ferraille de ces entreprises est de 1 350 000 tonnes. Leurs principaux acheteurs sont les aciéries et fonderies. Le prix moyen par tonne obtenu pour les produits récupérés est de 100 $, la catégorie étalon étant l'acier lourd n° 1(1). Ce prix est généralement établi au début de chaque mois selon les prix du marché. Le prix de certaines catégories de ferraille est présentée à l'annexe 2. Les prix indiqués pour ces ferrailles, en particulier pour l'acier lourd n° 1 et 2, peuvent être plus bas que le prix obtenu sur le marché local de Montréal.

(1) voir annexe 2

5- LA DEMANDE DE FERRAILLE AU QUÉBEC

Les principaux recycleurs ou utilisateurs de ferraille sont les aciéries, les fonderies de fonte et d'acier, les forges utilisant des fours à fusion et les producteurs de ferro-alliages.

La liste de ces industries et leur capacité de production (donnée globalement pour chacun des secteurs) apparaissent au tableau 11. Les fabricants de ferro-alliages utilisent principalement des tournures d'acier. Sidbec utilise un mélange de boulettes métallisées et de ferraille. Les autres aciéries, les forges et les fonderies s'approvisionnent en majeure partie en rebuts de fonte et d'acier. QIT Fer et Titane produit son fer de refonte à partir de minerai. Depuis 1986, elle exploite une nouvelle aciérie produisant des billettes. La transformation d'une partie de sa fonte liquide en acier réduira d'autant sa production de fer de refonte. La ferraille utilisée devrait se limiter au recyclage des rebuts qu'elle produit.

5.1 La consommation de ferrailles de fer et d'acier

La consommation canadienne et québécoise de ferraille est présentée au tableau 12. Les données couvrent la période s'étendant des années 1981 à 1985, les valeurs des deux dernières années étant préliminaires.

La consommation québécoise de ferraille suit la même tendance que la consommation d'acier. La quantité de ferraille utilisée au Québec a augmenté graduellement de 1982 à 1984 passant de 1,03 million de tonnes à 1,4 million de tonnes. Elle a connu une légère baisse en 1985, se stabilisant à 1,3 million de tonnes. Ce volume correspond à 16 pour cent de la consommation canadienne de ferraille.

TABLEAU 11 CAPACITÉ DES PRODUCTEURS DE MÉTAUX FERREUX DU QUÉBEC

CATÉGORIES DE PRODUCTION	COMPAGNIES	CAPACITÉ DE PRODUCTION (TONNES)
*Aciéries	Sidbec-Dosco inc. Stelco inc. Acier Inoxydable Atlas QIT Fer et Titane	
	Total	*2 255 000
Fer de refonte	QIT Fer et Titane	600 000
Fonderies d'acier	La Fonderie C.S.F. Griffin Canada inc. Industries Abex ltée Métallurgie Frontenac ltée Unitcast du Canada inc.	
	Total	140 000
Forges (utilisant des fours à fusion)	Hawker Siddeley Canada inc. div. Forge C.S.W.	
	Aciéries Slater ltée div. Crucan	
	Total	**110 000
Ferro-alliages	Triminco ltée div. Chromasco SKW Canada inc. Elkem Metal Canada inc.	
	Total	270 000

* produits semi-finis (brames et billettes)

** produits semi-finis (lingots)

suite...

TABLEAU 11 (suite) **CAPACITÉ DES PRODUCTEURS DE MÉTAUX FERREUX DU QUÉBEC**

CATÉGORIE DE PRODUCTION	COMPAGNIES	CAPACITÉ DE PRODUCTION (TONNES)
Fonderies de fonte	Belgen inc.	
	Fonderie Cormier	
	Fonderie Fortin ltée	
	Fonderie Grand-Mère ltée	
	Darling Duro ltée	
	Forano inc.	
	Norcast inc.	
	Jenkins Canada inc.	
	Fonderie Laperle ltée	
	Fonderie Laroche ltée	
	Fonderie Lauzon ltée	
	Fonderie Magotteaux Canada	
	Métallurgie Karby enr.	
	Mueller ltée	
	Fonderie Napierville ltée	
	Fonderie Nova inc.	
	Fonderie Poitras ltée	
	Fonderie Saguenay ltée	
	Fonderie St-Anselme ltée	
	Fonderie Bibby-Ste-Croix ltée	
	Fonderie Stanton ltée	
	Fonderie de Thetford 1969 inc.	
	Fonderie Industrielle Lafaro inc.	
	Fonderie Ouellet (1985) inc.	
	Total	160 000

Source: Ministère de l'Industrie et du Commerce, Québec

TABLEAU 12

CONSOMMATION DE FERRAILLE DE FER ET D'ACIER
(tonnes métriques x 1000)

	1981		1982		1983		1984P		1985P	
	Québec	Canada	Québec	Canada	Québec	Canada	Québec	Canada	Québec	Canada
Fours d'acier*:										
Ferraille		3,332	269	2,843	240	3,127	350	3,550	300	3,400
-de propre fabrication		3,994	590	3,049	792	3,322	900	3,350	850	3,550
-achetée										
Total partiel	N.D.	7,266	859	6,892	1,032	6,449	1,250	7,400	1,150	6,950
Fonderies d'acier	N.D.	(1)	(1)	(1)	(1)	52	(1)	50	(1)	50
Fonderies de fer	N.D.	500	91	456	70	416	100	500	100	500
Industrie du matériel ferroviaire roulant	N.D.	118	(2)	76	(2)	54	(2)	50	(2)	50
Autres	N.D.	387	80	354	48	366	50	400	50	450
Total	N.D.	8,271	1,030	6,778	1,150	7,337	1,400	8,400	1,300	8,000

(1): compris à la rubrique "Fours d'acier - achetée"

(2): compris à la rubrique "Autres"

p: valeurs préliminaires

N.D.: non disponible

* à l'exclusion d'Ivaco inc., Orignal, Ontario.

Source: Statistique Canada

Les fours d'acier du Québec, regroupant les aciéries et fonderies d'acier, ont utilisé 300 000 tonnes de ferraille interne, rejets de leurs propres fours à fusion et de leurs opérations de finissage, ce qui correspond à 26 pour cent de leurs approvisionnements. Les aciéries canadiennes, pour leur part, comptent 49 pour cent de ferraille interne dans leur approvisionnement en ferraille, ce qui représente un volume de 3,4 millions de tonnes. Le reste est de la ferraille achetée des récupérateurs.

5.2 Les catégories de ferraille et les exigences de qualité

La ferraille interne n'entre pas sur le marché et fait l'objet d'une recirculation dans l'entreprise productrice de métaux ferreux. La ferraille achetée doit être classifiée et les prix et les exigences de qualité varient selon la catégorie. La fonte, de façon générale, n'est pas triée et est vendue telle qu'elle, sans traitement préalable, aux fonderies de fonte. La ferraille d'acier doit cependant être sélectionnée, cisaillée ou déchiquetée si nécessaire. Cette tâche incombe aux plus importants récupérateurs, qui exploitent une usine de traitement de la ferraille.

La préparation de la ferraille se fait selon les normes américaines établies par l'ISIS (Institute of Scrap Iron and Steel). Le tableau 8 donne un résumé des catégories de ferraille les plus employées et des exigences de qualité auxquelles il faut usuellement satisfaire.

Les ferrailles doivent être le plus possible exemptes de saletés, de laitier(1), de particules non métalliques (bois, caoutchouc, ciment, plastique, etc.). Elles ne doivent pas contenir de

(1) bain d'impureté qui surnage le bain de fusion; se rapporte surtout à la ferraille de propre fabrication.

quantités excessives d'huile et de graisse ni être exagérément oxydées. Elle doivent de plus être libres de calamine et de contenants fermés de toutes sortes (cannettes pressurisées, amortisseurs de voiture, etc.) et ne doivent pas contenir de métaux non ferreux (plomb, étain, zinc, cuivre, chrome, aluminium) ou tout autre matériel pouvant affecter la qualité du produit fini. La limite en phosphore et soufre est fixée à 0,6 pour cent.

La ferraille légère est souvent oxydée, elle s'oxyde davantage et à un rythme accéléré dans le four, ce qui abaisse le rendement de fusion et la productivité. Cette ferraille est souvent utilisée comme couche protectrice sur la sole du four de façon à préserver le revêtement réfractaire des chocs lors du chargement des grosses pièces.

Les restrictions sur les dimensions et la masse volumique des ferrailles ont pour but de faciliter la manutention, le chargement, le transport et la fusion de ce matériel. Les pièces trop grosses brisent le revêtement réfractaire, les électrodes des fours électriques et fondent lentement. En outre, certaines constituantes des ferrailles sont indésirables. Elles contiennent des substances non métalliques ou des éléments d'alliages pouvant nuire à la qualité du produit fini. Ces éléments se divisent en trois groupes: ceux qui ne sont pas oxydés durant la fabrication de l'acier, ceux qui forment des oxydes acides dans les scories basiques et ceux qui se volatilisent.

5.3 Les contaminants et leur provenance

Le cuivre, le nickel, le molybdène, le cobalt et l'étain font partie de ces éléments qui ne sont pas oxydés lors de la fabrication de l'acier. Ils passent dans celui-ci sans que leur état chimique ne soit changé. Ils sont souvent en petites quantités mais le passage répétitif de la ferraille dans les fours à fusion élève de façon appréciable le taux d'éléments résiduels, en particulier pour les fours à arc électrique s'approvisionnant entièrement en ferraille. Ces éléments sont des durcisseurs d'acier et rendent celui-ci difficilement laminable. L'étain est l'élément ayant le plus grand effet. Le cuivre vient au second rang.

La principale source de cuivre provient des câbles électriques non retirés lors de la préparation de la ferraille, des aciers revêtus de cuivre, des alliages de brazage et des aciers résistants à la corrosion. Quant au nickel, au cobalt et au molybdène, ils proviennent des aciers alliés.

L'étain provient principalement des cannettes et boîtes de conserve, mais une partie de cet élément est contenue avec l'antimoine et l'arsenic dans les coussinets, les soudures, les alliages de brazage, les revêtements de surface et les pièces de fonte.

Les éléments qui forment des oxydes acides dans les scories basiques affectent le contrôle des scories et entravent l'élimination du soufre et du phosphore. Le silicium, l'aluminium, le chrome, le soufre et le phosphore entrent dans ce groupe.

Les pièces de fonte, les aciers HSLA (high strength low alloy) et les aciers utilisés en électricité contiennent plus de silicium et de phosphore. Le chrome vient principalement des revêtements de surface, quelques fois des aciers alliés. Sa présence peut être extrêmement gênante. L'aluminium origine souvent des revêtements de surface mais les petites pièces et les garnitures non enlevées lors de la préparation de la ferraille demeurent la principale source de ce métal non ferreux.

Les éléments qui se volatilisent affectent les réfractaires et les équipements d'épuration et de traitement des gaz et des eaux usées. Ce groupe comprend le zinc, le plomb et le cadmium. Le plomb a pour effet de s'infiltrer dans les réfractaires et peut affecter le fond des fours. Comme le cadmium, il est nocif dans les émissions atmosphériques. L'acier galvanisé et les moules (lingotières et moules de fonderie) constituent les principales sources de zinc et de cadmium. Le plomb provient du machinage des aciers, de la tôle plombée, des coussinets et des soudures.

Le soufre est difficile à extraire de l'acier fondu dans des conditions normales d'oxydation. Il affecte la productivité et peut modifier les propriétés de l'acier. Il provient des résidus métalliques du machinage, des caoutchoucs et plastiques.

Les huiles, les graisses, les peintures, les plastiques et les fibres organiques produisent des fumées lourdes et introduisent du soufre dans le bain de métal liquide, ce qui affecte la productivité (la désulfuration demande un certain temps) et la précision du contrôle chimique.

Les saletés, le sable, l'argile et les pièces de béton sont acides et contiennent parfois beaucoup de soufre. Ils passent inaperçus dans la ferraille et augmentent le volume de scories.

Certains des éléments résiduels énumérés ci-dessus ont un effet dommageable dans les fontes. Le cuivre, le plomb et l'étain fragilisent la fonte. La limite pour l'étain est de 0,06 pour cent dans la fonte ductile et de 0,1 pour cent dans la fonte grise. L'aluminium favorise la création de porosités; sa limite est de 0,02 pour cent dans la fonte grise. Le phosphore et le soufre ne doivent pas dépasser 0,75 et 0,15 pour cent.

5.4 Les perspectives du recyclage

5.4.1 Les catégories sous-utilisées

La ferraille issue du mâchefer des incinérateurs est un rebut lourdement contaminé. Elle contient du soufre, de l'étain, du carbone, du cuivre et d'autres métaux non ferreux. Cette ferraille est constituée en majeure partie de contenants pour aliments en acier étamé.Le passage à l'incinérateur fait diffuser l'étain dans l'acier. Le contenant perd ainsi son revêtement protecteur. Comme il est partiellement rempli de cendres et de saletés, il ne peut être employé tel quel et doit être déchiqueté. À cette étape le mâchefer ne peut plus être décontaminé. Le produit obtenu est une ferraille légère s'oxydant rapidement. Sa contamination est si importante qu'il peut amener le rejet complet d'une fusion.

Les boîtes de conserve de rebut ne sont pas présentement utilisées au Québec. Le contenu en étain et la légèreté de cette ferraille limitent son utilisation. Ces contenants pour aliments étaient traditionnellement fabriqués entièrement en acier étamé dont la teneur en étain variait de 0,4 à 0,5 pour cent. Les changements récents dans la fabrication de ces contenants ont abaissé cette teneur. Présentement, près de 50 pour cent de ces contenants ont un couvercle et un fond faits en TFS, acier exempt d'étain, et ils sont recouverts, à l'intérieur, de chromate, et à l'extérieur, de vernis. Une proportion importante (40 à 50 pour cent) des boîtes sont assemblées par électro-soudure. Cette technique devrait être presque complètement adoptée en 1988. Ce type de soudure sans plomb permet de réduire la quantité d'étain. Le pourcentage moyen d'étain contenu dans les boîtes de conserve peut être présentement évalué à environ 0,3 à 0,35 pour cent.

La boîte de conserve de grosseur moyenne (400 à 540 ml) pèse de 40 à 60 grammes. Une fois écrasées sans être mises en ballots, ces boîtes ont une masse volumique de 320 kilogrammes par mètre cube. La masse volumique minimum recherchée pour la ferraille en vrac est de 800 kilogrammes par mètre cube. Selon les facilités de chargement et les contraintes reliées au traitement et au transport de cette ferraille, les boîtes de conserve pourraient être utilisées, écrasées ou mises en ballots.

Le ministère de l'Environnement du Québec estime à 180 000 tonnes le contenu en fer des déchets commerciaux et municipaux. De ce volume, 56 000 tonnes seraient effectivement récupérables.

5.4.2 Les prévisions

La consommation de ferraille suit généralement celle des métaux ferreux. Cette industrie a connu une période difficile au cours des années 1982-1983 et elle se relève lentement de la récession. Malgré une légère baisse en 1985, la consommation québécoise de ferraille est en hausse par rapport à 1982 (tableau 12). L'arrivée de QIT Fer et Titane inc. sur le marché de l'acier ne devrait pas affecter le marché de la ferraille. La compagnie prévoit utiliser uniquement ses propres rebuts.

La QIT produit du fer de refonte et du monoxyde de titane à partir d'ilménite. La baisse marquée des ventes sur les marchés américain et européen a incité la compagnie à transformer cette fonte en gueuse de haute qualité en billettes d'acier. La nouvelle aciérie a une capacité de 440 000 tonnes et elle pourrait consommer 132 000 tonnes de ferraille si elle produit à plein régime.

La consommation canadienne de ferraille devrait augmenter de 4 à 5 pour cent par année d'ici 1990 et de 2 pour cent par année d'ici 1995. Le Québec devrait suivre cette tendance.

La ferraille de fonte est tirée principalement des rebuts de démolition d'immeubles et d'usines. Les pièces de fonte des systèmes de chauffage (calorifères, pièces de fournaises, tuyaux, etc.) comptent pour 50 pour cent de la ferraille de fonte utilisée. Cette source de ferraille représentait 75 pour cent des approvisionnements il y a dix ans. Sa disponibilité diminue constamment. Les rebuts de fonte de fabrication plus récente ne suffisent pas, l'emploi de ce matériau étant à la baisse depuis quelques années. Une rareté de rebuts de fonte serait prévisible dans les années à venir.

6- LES LIMITES À L'UTILISATION DE LA FERRAILLE

Le facteur le plus restrictif à une utilisation accrue de la ferraille est son manque de disponibilité. Les sources de ferraille du Québec ne sont pas suffisantes et les récupérateurs doivent s'approvisionner en partie chez les provinces voisines, en particulier pour les carcasses d'automobiles. Celles-ci proviennent d'endroits aussi éloignés que Terre-Neuve et Sept-Iles. La raison principale de cette forte demande est que les producteurs d'acier du Québec utilisent presque exclusivement le four à arc électrique, qui est alimenté entièrement en ferraille. Ceci crée une demande supérieure à ce que les sources québécoises de rebuts métalliques peuvent offrir.

Les autres limites à l'utilisation de la ferraille se divisent en trois groupes: les limites technologiques, économiques et environnementales.

6.1 Les limites technologiques

6.1.1 Les éléments résiduels

Le problème majeur auquel les récupérateurs et les recycleurs ont à faire face de façon quotidienne est la contamination de la ferraille. Pour répondre aux besoins de leurs clients, les aciéristes produisent de plus en plus d'aciers spéciaux aux compositions chimiques très variées. Ces aciers, une fois devenus de la ferraille, augmentent le taux d'éléments résiduels. Avec la répétition du cycle production, utilisation, recyclage, ce taux augmente de façon appréciable. La difficulté réside dans le contrôle de la quantité d'impuretés que contient chaque envoi de ferraille. Cette quantité varie d'une fois à l'autre, obligeant ainsi les producteurs à s'ajuster constamment, ce qui entraîne des coûts supplémentaires. Ce phénomène est particulièrement important pour la production au four à arc électrique, celui-ci pouvant s'alimenter uniquement en ferraille. Ce type de four est largement utilisé au Québec.

Sidbec inc. utilise un mélange de boulettes et de ferraille pour produire son acier. La compagnie Aciers Atlas inc. constitue une autre exception puisqu'elle utilise une certaine quantité de ferro-alliages en plus de la ferraille pour produire son acier inoxydable. QIT utilise presque exclusivement de la fonte liquide dans son convertisseur à l'oxygène. Tous les autres aciéristes utilisent exclusivement des rebuts métalliques.

L'un des principaux obstacles au recyclage du mâchefer d'incinérateur et des boîtes de conserve est leur contenu en étain. La fragilisation qu'occasionne cet élément dans l'acier et la fonte a été clairement définie au chapitre 5. La quantité d'étain pouvant être acceptée dans l'acier destiné à la fabrication de laminé plat est de 0,01 pour cent. L'acier d'armature, en particulier le rond à béton, peut en accepter de 0,02 à 0,03 pour cent.

6.2 Les limites économiques

6.2.1 Le coût des équipements

Le coût des équipements de traitement et de manutention de la ferraille est un des principaux facteurs limitant la récupération de la ferraille. L'équipement le plus coûteux est la déchiqueteuse, dont le prix varie de un à trois millions de dollars U.S.

L'investissement pour une petite déchiqueteuse (1500 à 3000 tonnes par mois) est d'un peu plus d'un 1 000 000 $ U.S. Ceci inclut le moteur de 2500 à 2000 H.P., les convoyeurs, le rotor magnétique, les équipements de dépollution, les fondations en béton, les conduits électriques, les cables et l'installation. La grue (75 000 $ à 500 000 $ U.S.) et son électro-aimant (5000 à 50 000 $ U.S.) servant à alimenter la déchiqueteuse ne sont pas compris dans

ce montant. Celle de grosseur moyenne (5000 à 6000 tonnes par mois) demande un investissement d'environ 1,7 million de dollars U.S. La grosse déchiqueteuse (10 000 à 15 000 tonnes par mois) requiert un investissement de plus de 2 millions de dollars U.S., alors que celle produisant plus de 20 000 tonnes par mois demande un investissement de plus de 3 millions de dollars U.S. Le coût du remplacement des marteaux est de 7000 à 8000 $ U.S. D'autres parties de la déchiqueteuse, comme les grilles sur lesquelles le métal est déchiqueté, doivent être remplacées annuellement au coût de 30 000 $ U.S.

De façon générale, l'équipement servant à la manutention, au découpage et au déchiquetage de la ferraille est de fabrication américaine. Le taux de change du dollar canadien et les tarifs des douanes ont rendu son acquisition plus difficile, en particulier pour le petit et le moyen récupérateur.

6.2.2 Les frais de transport

Les frais de transport constituent un élément important du prix des ferrailles. Ils comprennent le transport de la source au lieu de ramassage, puis au ferrailleur et finalement au recycleur. À ces frais, s'ajoutent les pertes de matériaux car seulement les trois quarts de la ferraille récupérée sont rentables. Une partie de la quantité livrée au ferrailleur doit être éliminée. Elle est généralement expédiée à l'enfouissement, ce qui entraîne des frais de transport supplémentaires en plus des frais d'élimination. Le

prix final de la ferraille est généralement franco de port, c'est-à-dire que les frais d'expédition et d'emballage ne sont pas à la charge du client. Ainsi la valeur de la ferraille diminue en fonction de son éloignement, de sa concentration en fer, de la quantité disponible et d'autres facteurs. La zone de ramassage rétrécit en fonction de la demande et reste ainsi tant qu'un niveau appréciable de prix n'est pas atteint. Les petites quantités seront parallèlement ramassées si le prix obtenu est suffisant pour couvrir les frais de cueillette.

6.2.3 Les fluctuations de la demande

Suivant le type de four employé, la variation de la demande en ferraille peut être plus ou moins importante. Une aciérie intégrée utilisant un haut fourneau et un convertisseur à l'oxygène verra ses besoins de ferraille achetée varier de zéro à cinq pour cent. Pour une sidérurgie intégrée produisant cinq millions de tonnes par année, cette variation est plutôt faible. Elle représente cependant 50 pour cent de la demande pour le ferrailleur produisant 200 000 tonnes par an de ferraille préparée. L'effet est moindre pour le four électrique que, à moins d'utiliser du fer pré-réduit (boulettes métallisées), l'on doit approvisionner à 100 pour cent en ferraille. La demande varie alors selon la production d'acier brut. Le phénomène est important pour le Québec où presque tout l'acier produit est élaboré au four à arc électrique.

6.3 Les limites environnementales

6.3.1 Les substances dangereuses

La substance dangereuse la plus souvent rencontrée dans la ferraille est l'huile usée. Les rebuts les plus contaminés sont les vieux contenants d'huile, les pièces mobiles et les résidus d'usinage où une certaine lubrification est nécessaire. D'autres substances dangereuses peuvent également être contenues dans certaines ferrailles; c'est le cas notamment des vieux transformateurs contenant des BPC.

Les rebuts de démolition de vieilles usines de produits chimiques peuvent également contenir certains contaminants considérés comme déchets dangereux. La responsabilité vis-à-vis de la contamination est un sujet de préoccupation pour les récupérateurs. Il n'existe pas d'articles définissant de façon générale le degré de responsabilité de chacun des intervenants. Dans la pratique, chaque cas est traité de façon particulière. De façon théorique, la réglementation actuelle prévoit que l'acheteur de ferraille se rend responsable du contenu de son matériel.

L'industrie automobile a commencé à utiliser de façon restreinte sur certains modèles un nouveau système de protection du type sac gonflable. Quoique peu répandus en Amérique et en particulier au Canada, ces sacs représentent un danger certain et pourraient devenir un problème important s'ils étaient d'usage plus répandu. Le ballon gonflable est contenu dans une petite boîte placée sous le volant. La difficulté pour le récupérateur est de déterminer si la carcasse contient une boîte non utilisée. Cette boîte n'est pas facilement visible et l'inspection de chaque carcasse représente des coûts relativement élevés. Une fois la carcasse pressée, la détection du ballon gonflable devient pratiquement impossible. L'Institute of Scrap Iron and Steel (États-Unis) a tenté une expérience de détection à l'aide d'un avertisseur sonore. Quoique représentant une avenue intéressante, cette technique est encore à l'étape expérimentale et n'est pas utilisée de façon courante aux États-Unis.

Le danger premier de ces sacs vient de la présence de l'azoture de sodium (NaN_3). Cette substance, combinée avec certains métaux contenus dans les carcasses de voiture, en particulier le cuivre et le plomb, devient explosive. L'explosion peut se produire autant lors du déchiquetage que lors de la fusion de la ferraille, causant ainsi des dommages importants. Le National Institute of Occupational Safety and Health des États-Unis considère l'azoture de sodium comme un mutant. Selon cet institut, de 85 à 90 pour cent des mutants connus sont cancérigènes. Dans l'éventualité où ces sacs seraient utilisés sur une plus grande échelle, le prélèvement des boîtes non utilisées sur les carcasses s'avèrerait nécessaire, de façon à éviter la contamination de la ferraille et du milieu ambiant.

Le règlement sur les déchets dangereux (Q-2r.12.1) du ministère de l'Environnement du Québec définit comme déchet dangereux tout déchet classé comme étant réactif, toxique, inflammable, corrosif, lixiviable ou radioactif. L'article 4 prévoit que tout contenant contaminé par un déchet ou une substance dangereuse est un déchet dangereux à moins qu'il soit décontaminé. Son transport et son entreposage doivent être exécutés selon les normes du présent règlement.

La prochaine version du règlement prévoira un cas d'exception pour les déchets destinés au recyclage. L'expéditeur devra alors fournir au ministère de l'Environnement une preuve de vente du déchet et devra présenter un rapport annuel de ses expéditions de déchets dangereux.

7- LES AVANTAGES DE LA RÉCUPÉRATION ET DU RECYCLAGE DES MÉTAUX FERREUX

7.1 L'impact socio-économique

La récupération d'un million de tonnes de rebuts de métaux ferreux crée 222 emplois. Les salaires minimum, moyen et maximum sont de l'ordre de 9,25, 11,14, et 14,00 $ de l'heure. Le nombre moyen d'employés est de 44 par entreprise.

7.2 L'impact environnemental

Les pays qui se sont intéressés au recyclage ont été motivés par trois raisons majeures: l'économie des matières premières, la haute valeur énergétique de ces ressources secondaires et les coûts environnementaux élevés en matière de production et d'élimination des déchets.

7.2.1 Le sol, l'eau et l'air

Chaque tonne métrique de fer et d'acier recyclé réduit les déchets de mines de charbon et de fer de 11 000 kilogrammes[1]. De façon générale, l'emploi de ferraille à la place des matières premières de base pour la fabrication d'acier réduit les déchets miniers de 97 pour cent(2),la pollution de l'eau de 76 pour cent(2) et les émissions atmosphériques de 86 pour cent(2).

(1) CHANDLER WILLIAM V. Materials Recycling: The Virtue of Necessity, Worldwatch Institute, Washington, D.C., U.S.A.

(2) CUTLER HERSCHEL. "The Effects of Semifinished Steel Imports on the U.S. Iron and Steel Scrap Industry." dans Recycling Today. March 1985.

Le tableau 13 donne une vue globale de l'impact environnemental du recyclage de l'acier.

Selon le type de four employé pour la fabrication de l'acier, la pollution atmosphérique peut être plus ou moins importante. Le four à arc électrique est le moins polluant. Fonctionnant sans équipement de dépollution, il libère 5 kilogrammes(1) de particules polluantes par tonne d'acier produit. Le convertisseur basique à l'oxygène, sans équipement de contrôle des émissions, produit 21 kilogrammes(1) de particules polluantes par tonne d'acier produit. Cette valeur ne tient pas compte de la pollution de l'air provenant de la fabrication de coke et de fonte primaire, opérations nécessaires au raffinage du minerai de fer et à son insertion dans le four de fabrication d'acier. Le contrôle de la pollution des fours à coke est particulièrement faible; c'est pourquoi cette opération est la source dominante de la pollution de l'air dans la fabrication de l'acier. Selon Arthur H. Purcell(1), chaque tonne d'acier brut fabriquée au convertisseur basique à l'oxygène est responsable de la production de 14 kilogrammes de polluants atmosphériques, d'un kilogramme de polluants aquatiques et de neuf kilogrammes de polluants solides.

(1) The Waste Watchers, Arthur H. Purcell, 1980.

TABLEAU 13 IMPACT ENVIRONNEMENTAL DU RECYCLAGE DE LA FERRAILLE DE FER ET D'ACIER. ANALYSE COMPARATIVE POUR LA FABRICATION DE 1000 TONNES D'ACIER BRUT.

Effet environnemental	Utilisation de matières premières de base	Emploi de 100 pour cent de ferraille, de fer et d'acier	Économie (p. 100)
Matières de base utilisées	2 278 tonnes	250 tonnes	90
Consommation d'énergie	23 347 x 10^6 BTU	6089 x 10^6 BTU	74
Pollution de l'air	121 tonnes	17 tonnes	86
Volume d'eau utilisée	16,6 millions de gallons	9,9 millions de gallons	40
Pollution de l'eau	67,5 tonnes	16,5 tonnes	76
Déchets de consommation générés	967 tonnes	60 tonnes	94
Déchets miniers	2828 tonnes	63 tonnes	97

Note: Toutes les unités sont exprimées dans le système anglais

Source: RATTRAY T.E., 1974. Ferrous Scrap Recycling in North America, Solid Waste Management Division, Environnement Canada.

7.2.2 L'énergie

L'avantage premier du recyclage de la ferraille de fer et d'acier est le gain énergétique important qu'il permet de réaliser. Les opinions diffèrent sur la quantité ou le pourcentage d'énergie épargnée. Selon Denis Hayes(1), l'énergie nécessaire à la fabrication d'acier à partir de matières premières de base est de 16,6 millions de BTU par tonne d'acier brut produit, de 15 millions de BTU si 40 pour cent de ferraille est utilisée et de 8,8 millions de BTU si on n'emploie que de la ferraille. Le pourcentage d'énergie épargnée est alors de 10 pour cent dans le premier cas (40 pour cent de ferraille) et de 47 pour cent dans le deuxième cas.

Selon David C. Wilson(2), l'énergie épargnée par tonne de ferraille d'acier recyclée est de 21,5 millions de BTU.

Dans leur étude des dépenses d'énergie associées à la production de plusieurs métaux dont notamment l'acier et l'aluminium, Bravard(3) et son équipe, du Oak Ridge National Laboratory, utilisent une approche déterminant les besoins d'énergie selon les trois points suivants:

- les étapes d'extraction et de traitement (transport exclu) pour le matériel de base autre que le combustible (minerai de fer, bauxite, chaux, etc.);

(1) HAYES, DENIS, 1978. Repairs, Reuse, Recycling-First Steps Toward a Sustainable Society.

(2) WILSON, DAVID C., 1985. Energy Conservation Through Recycling.

(3) BRAVARD, J.-C., FLORA, H.-B., PORTAL, C., 1972. Energy Expenditures Associated with the Reduction and Recycle of Metals.

- le contenu en énergie des combustibles utilisés comme source d'énergie pour le procédé ou entrant dans le procédé lui-même (anodes de carbone consommées lors de la fabrication du métal);
- la production et la livraison d'électricité.

L'énergie nécessaire pour produire une tonne d'acier brut et d'acier fini à l'aide d'un four Martin, d'un convertisseur basique à l'oxygène et d'un four à arc électrique est donnée dans le tableau suivant.

TABLEAU 14 ÉNERGIE NÉCESSAIRE À LA FABRICATION DE L'ACIER À PARTIR DE MATÉRIEL VIERGE

Procédés	Energie/tonne d'acier brut			Energie/t d'acier		
	kWh/t	GJ/t	MBTU/t	kWh/t	GJ/t	MBTU/t
(1)Four Martin	9330	37,2	32,0	14 235	56,5	48,6
(2)Convertisseur	8511	33,8	29,0	12 902	51,2	44,0
(3)Four électrique	10 200	40,4	34,8	15 463	61,3	52,8

Source: BRAVARD, J.-C., Energy Expenditures Associated with the Reduction and Recycling of Metals.

(1) procédé comprenant: extraction et transport, cokerie, haut fourneau, four Martin, opérations de finissage et autres.

(2) identique au procédé 1 à l'exception du four Martin qui est remplacé par le convertisseur à l'oxygène.

(3) identique au procédé 1 à l'exception du four Martin qui est remplacé par le four à arc électrique.

kWh/tonne: kilowattheure/tonne
GJ/t: gigajoules/tonne
MBTU/tonne: millions de BTU/tonne

L'utilisation de la ferraille, lorsque l'opération est techniquement possible, résulte en une économie d'environ 47 à 59 pour cent de l'énergie (47,5 millions de BTU par tonne) nécessaire à la fabrication d'une tonne d'acier fini. Pour une moyenne d'économie d'énergie de 53 pour cent, la quantité d'énergie épargnée lors de la fabrication d'acier fini est de 25,2 millions de BTU par tonne et de 16,6 millions de BTU par tonne pour la fabrication d'acier brut. Ces valeurs incluent le procédé de fabrication, l'extraction du minerai, le traitement et le transport de la ferraille, du minerai et des autres matières premières. L'équivalent thermique de la consommation d'électricité est également inclus dans les calculs.

Selon Arthur H. Purcell(1), l'énergie nécessaire pour produire une tonne d'acier à partir de matériel vierge est de 18,3 millions de BTU. En considérant que cet acier est élaboré au convertisseur basique à l'oxygène et que l'acier fait à partir de ferraille est élaboré au four à arc électrique, l'économie d'énergie serait de l'ordre de 50 à 55 pour cent.

David Serls, vice-président de l'Association nationale des industries du recyclage aux Etats-Unis (NARI), évalue le pourcentage d'énergie conservée par l'utilisation de ferraille dans la fabrication de l'acier à 65 pour cent.

Pour sa part l'ACIR (Association canadienne des industries du recyclage) évalue cette économie énergétique à 74 pour cent. De façon plus imagée, l'emploi d'un million de tonnes de ferraille d'acier à la place du minerai de fer représente une économie de deux millions et demi de barils de pétrole brut. Les pourcentages d'économie d'énergie sont regroupés au tableau 15.

(1) Purcell, Arthur H., The Waste Watchers, 1980.

TABLEAU 15 ÉCONOMIE D'ÉNERGIE PAR LE RECYCLAGE DE LA FERRAILLE

Auteur	Économie d'énergie (pourcentage)
ACIR(1)	74
Bravard et autres	47 à 59
Hayes, Denis	47
Purcell, Arthur H.	50 à 55
Serls, David (NARI)(2)	65

(1) Association canadienne des industries du recyclage.

(2) National Association of Recycling Industries, États-Unis.

8- CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

À la suite de la récession économique de 1982, la production des métaux ferreux s'est stabilisée. La consommation de ferraille a suivi la même tendance. Au Québec, la consommation de rebuts de fer et d'acier se situait, en 1985, à 1,3 million de tonnes et elle devrait augmenter dans les prochaines années si la disponibilité ne limite pas son utilisation. La demande de ferraille est plus élevée que l'offre au Québec. En considérant l'aciérie ontarienne Ivaco inc., qui s'approvisionne en partie au Québec, la consommation de ferraille passe à 1,47 million de tonnes.

Le volume de ferraille préparée en 1985 était de 1,65 million de tonnes. Les sources de ferraille conventionnelles font l'objet d'une récupération intensive. Comme les sources de ferraille du Québec ne sont pas suffisantes, une partie de celle des provinces voisines vient combler cette carence. Le récupérateur peut ainsi fournir un volume suffisant de ferraille préparée aux différents utilisateurs.

Presque tout l'acier produit au Québec est élaboré au four à arc électrique. Ce type de four est conçu pour la fusion de charge métallique froide. Il peut être approvisionné entièrement en ferraille. QIT Fer et titane est le seul qui emploie un convertisseur à l'oxygène.

Les contaminants, qu'ils soient métalliques ou non métalliques, organiques ou inorganiques, sont la principale limite technologique à l'utilisation de la ferraille. Les principaux éléments résiduels sont: l'aluminium, le cadmium, le cobalt, le chrome, le cuivre, l'étain, le molybdène, le nickel, le phosphore, le plomb, le soufre, le silicium et le zinc. La répétition du cycle production, utilisation, recyclage augmente de façon progressive le taux d'éléments résiduels contenus dans la ferraille. Au rythme actuel, le

seuil de tolérance pourrait être rapidement dépassé. Les autres contaminants sont l'argile, les fibres organiques, les graisses, les peintures, les pièces de béton, les plastiques et le sable.

La principale limite économique à la récupération de la ferraille est le coût des équipements. Les installations servant à la manutention, au cisaillage et au déchiquetage des rebuts métalliques ferreux sont en majorité de fabrication américaine. L'investissement que représentent ces appareils une fois rendus au Québec est prohibitif, en particulier pour le petit et le moyen récupérateur. Les frais de transport et la disponibilité sont les deux autres facteurs économiques pouvant limiter le recyclage de la ferraille, sa valeur diminue en fonction de l'éloignement et des quantités disponibles. Présentement, 75 pour cent des carcasses d'automobiles et des appareils ménagers mis à la casse sont récupérés. Le ministère de l'Environnement du Québec n'entend pas prendre de mesures visant à intervenir dans ce secteur précis de la ferraille.

Le recyclage des rebuts métalliques ferreux présente plusieurs avantages. Du point de vue socio-économique, l'impact se mesure par le rapport du nombre d'emplois créés sur la quantité de ferraille récupérée. En 1985, la production d'un million de tonnes de ferraille préparée a procuré de l'emploi à 222 personnes. Du point de vue environnemental, l'emploi de la ferraille à la place des matières premières de base pour la fabrication de l'acier réduit les déchets miniers de 97 pour cent, la pollution de l'eau de 76 pour cent et les émissions atmosphériques de 86 pour cent. Le recyclage des métaux ferreux procure également une économie d'énergie de 58 pour cent.

Il existe deux catégories de ferraille peu utilisées. La ferraille du mâchefer d'incinérateur et les boîtes de conserve. La ferraille d'incinérateur est difficilement recyclable. Obtenu par

séparation magnétique à partir de cendres d'incinération, et grandement contaminé, son contenu en étain, sa légèreté et son oxydation rapide exigent une utilisation immédiate et en font un produit de qualité inférieure que les producteurs de métaux ferreux du Québec ne veulent pas utiliser.

Les boîtes de conserve de rebut ne sont pas récupérées au Québec. Le contenu en étain et la légèreté de cette ferraille peuvent limiter son emploi dans la fabrication de métaux ferreux. La quantité récupérable des ordures ménagères est de 56 000 tonnes. Ce volume est suffisant pour que les boîtes de conserve fassent l'objet d'une utilisation directe dans la fabrication de l'acier tout en respectant les normes sévères du contenu en étain du produit fini.

ANNEXE 1 - FERRAILLE DE FER ET D'ACIER

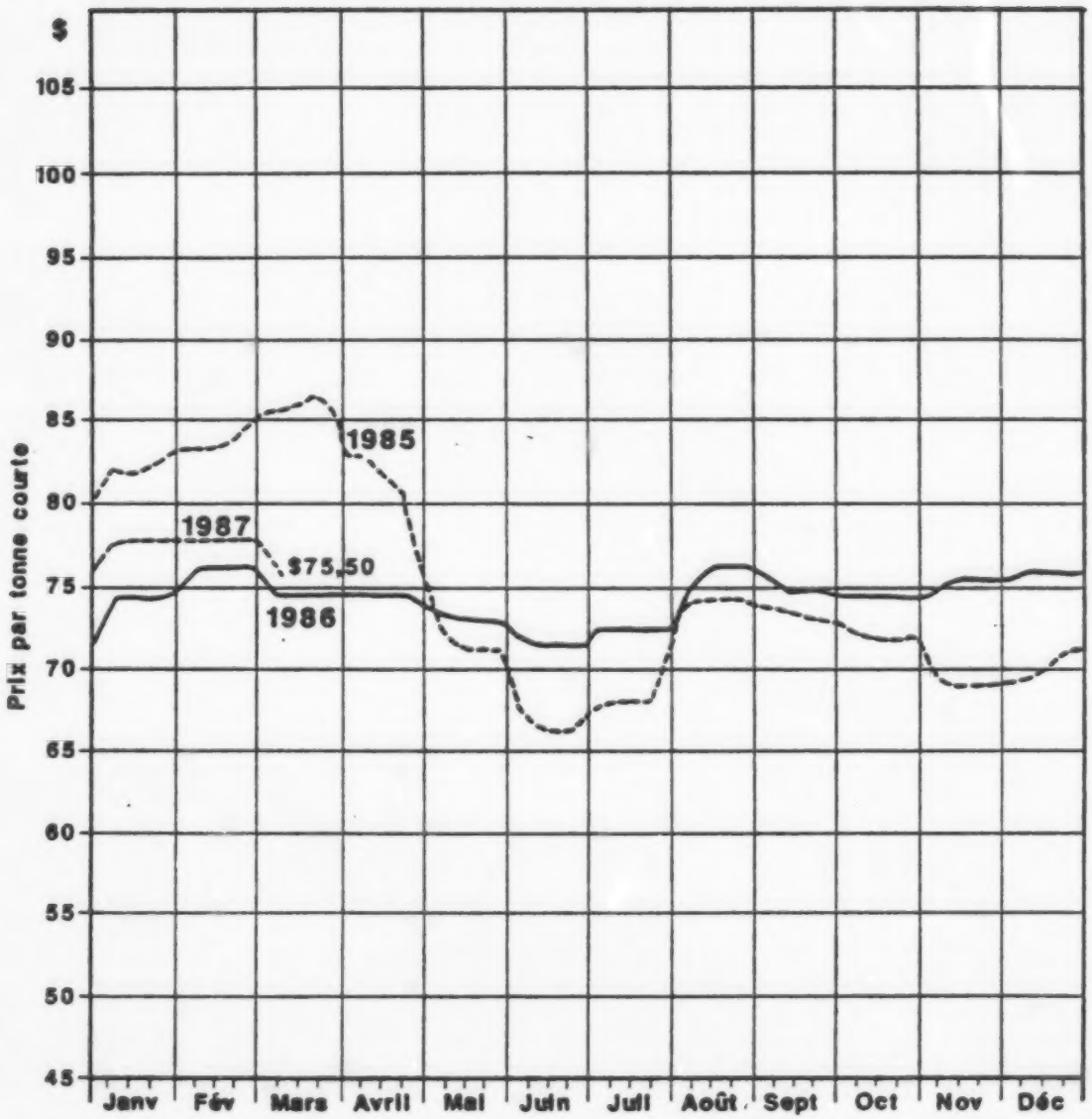
ACIER	DOLLARS U.S/TONNE[1]
Acier lourd no 1	72-76
Acier lourd no 2	66,7-68,3
Ballots no 1	91-93
Ballots no 2	51-52
Retailles d'acier neuf no 1	90
Carcasses d'autos déchiquetées	84-86,3
Ferrailles lourdes de chemin de fer no 1	79
Rebuts d'usinage	32-34
Plaques et acier de structure	85,5
Acier inoxydable	
Ballot 18 Cr- 8 Ni	12,7-14,3
Fonte à cubilot	80

[1] Basé sur les prix de Pittsburg, Philadelphie et Chicago

Source: American Metal Market, 6 mars 1987

ANNEXE 2

PRIX DE LA FERRAILLE D'ACIER



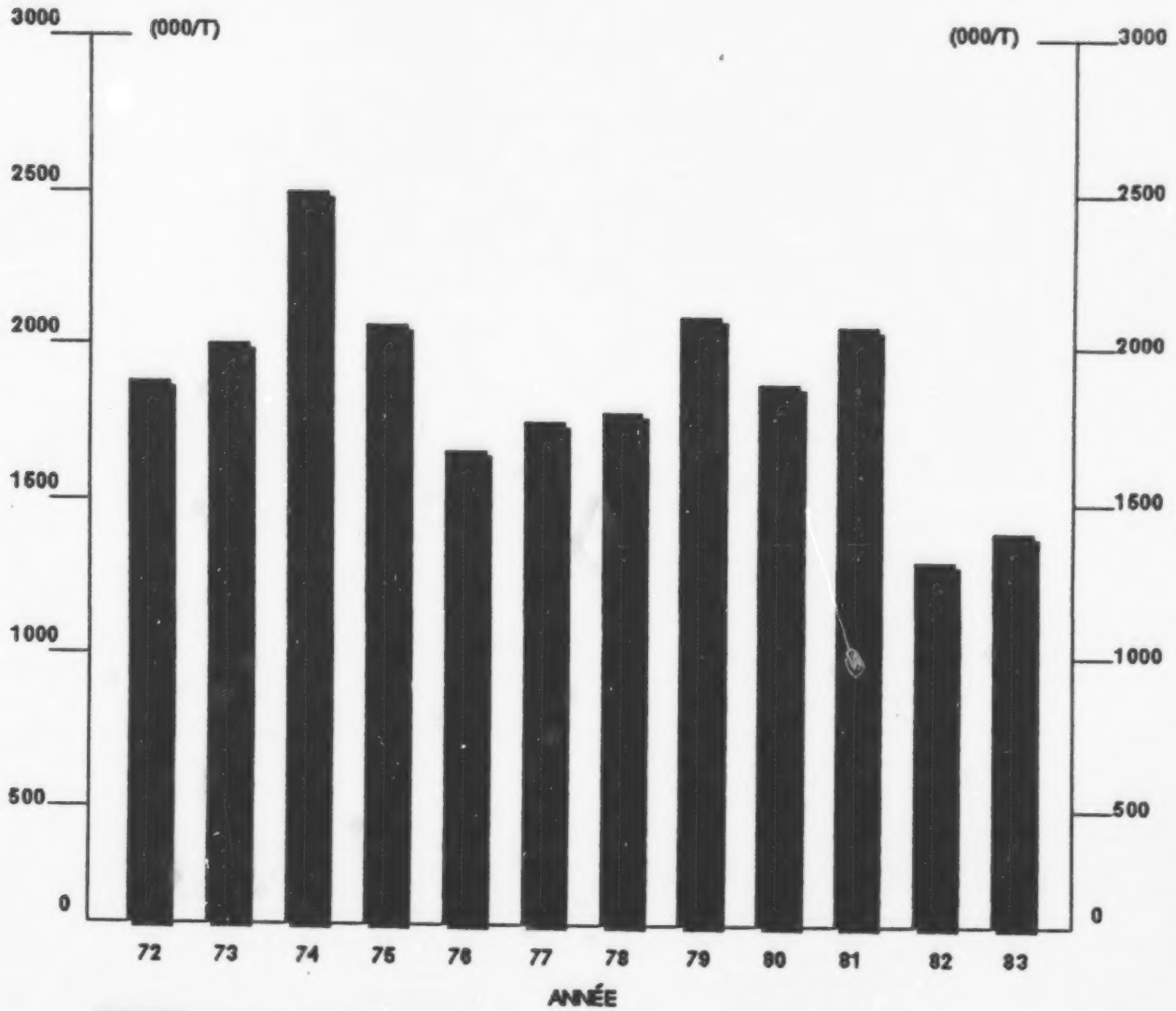
(Basé sur le HMS NO 1 à Pittsburg, Chicago et Philadelphie)

Source: American Metal Market, 9 mars 1987

ANNEXE III

IMPORTATIONS ET CONSOMMATION APPARENTE D'ACIER

QUÉBEC



Source: Ministère de l'industrie et du Commerce, Québec, Direction chimie et métallurgie.

LE RECYCLAGE DU FER ET DE L'ACIER, ÉTAT DE SITUATION

ANNEXE IV

LISTE DES PRINCIPAUX RÉCUPÉRATEURS DE MÉTAUX

(MISE À JOUR, 1988)

Alliages Metalloy
(Div. of Metals & Alloys Co Ltd)
1611, Bercy Street
Montréal (Québec)
H2K 2T9
(514) 522-2940

Aluminium Recycles G.C. Ltée
336, St-François-Xavier
Delson (Québec)
JOL 2GO

American Iron & Metal Co. Ltd
2160, Moreau
Montréal (Québec)
H1W 2M3
(514) 526-5981

Saul Assh Cie Ltée
1545, rue Conway
Québec (Québec)
G1J 3S3
(418) 529-6887

Associated Steel Industries
7140, route 132
Ville Ste-Catherine (Québec)
JOL 1LO

Beauce Metal Inc.
8245, boul. Lacroix
P.O. Box 95
Ville St-Georges (Québec)
G5Y 5E1
(418) 228-5566

L. Bélanger Métal Inc.
2850, Sidbec
Trois-Rivières Ouest (Québec)
G8Z 4E1

Les Métaux Belmont Inc.
72, 69e Avenue
Chomedey-de-Laval (Québec)
H7V 2N8
(514) 682-3819

Bonus Metal Canada Inc.
10171, avenue Pelletier
Montréal-Nord (Québec)
H1H 3R2
(514) 321-4820

Calsimco Inc.
227, Beaubien Ouest
Montréal (Québec)
H2V 1C6
(514) 274-6461

Century Metals Inc.
600, Canal Bank
Ville St-Pierre (Québec)
H8R 1H4
(514) 364-6420

Consolidated Recycling Ltd
6244, route 132
P.O. Box 600
Ville Ste-Catherine (Québec)
JOL 1EO
(514) 638-1732/1733

Consumers Metal Canada Inc.
4000, rue St-Patrick
Montréal (Québec)
H4E 3A4
(514) 768-6641

Continental Metal Inc.
2050, rue Léon Harmel
Québec (Québec)
G1N 4K3
(418) 683-3666

Coretal Inc.
C.P. 1666, Term. Postal
Port de Québec (Québec)
G1K 7J8
(418) 667-8715

Deitcher Brothers Inc.
60, King Street
Montréal (Québec)
H3C 2N9
(514) 866-8559

Dominion Metals & Refining Works Ltd
700, St-Régis sud
St-Constant (Québec)
JOL 1XO
(514) 638-1971

E.M. Metal
1503, de l'Église
St-Jean-Chrysostome (Québec)
G0S 2T0
(418) 832-6111

Federated Genco Limited
1400, rue Norman
Lachine (Québec)
H8S 1A8
(514) 637-3591

Fer et Metal Mitch Ltée
5919, Henri-Bourassa Ouest, Suite 108
Saint-Laurent (Québec)
H4R 1C2

Ferrobec Ltée
570 St.Patrick St.
Lasalle (Quebec)
H8N 1V2 (514) 363-4660

Fer et Métaux Recycles Ltée
1975 boul. Ste.Élizabeth
La Prairie (Quebec)
J5R 1W9 (514) 659-2911

Greber Fer et Métaux Inc.
R.R. 1 Greber Blvd
Gatineau (Quebec)
J8T 4X6
(819) 568-4989

B. Greenspoon Metal (1976) Inc.
259 de Villemure St.
St.Jérome (Québec)
J1Z 5J4 (514) 438-3651

Hamelin Fer et Métaux Inc.
2185, Montée Mason
Laval (Québec)
H7E 4P2 (514) 661-8016

Ivaco Inc.
770, rue Sherbrooke Ouest
Montréal (Québec)
H3A 1G1 (514) 288-4545

A.A. Klein & Sons Inc.
P.O. Box 273
2093, rue du Vallon
Shawinigan (Québec)
G9N 6T9 (819) 536-4649

Koninda Corporation
11, Maughan, Baie d'Urfe
Montréal (Québec)
H9X 3N2 (514) 457-5835

Liberty Smelting Works (1962) Inc.
500, boul. Lajeunesse Ouest
St-Jerome (Québec)
J7Z 5V9 (514) 866-7678

Métal de la Capitale Inc.
2400, boul. Hamel
Québec (Québec)
G1P 2J1 (418) 683-1781

Metals & Alloys Co. Ltd
1611 rue Bercy
Montréal (Québec)
H2K 2T9 (514) 522-2940

Métal St-Romuald Inc.
20, rue Bégin
St-Romuald (Québec)
G6W 2X1 (418) 839-9388

Les Métaux B. Richtere Inc.
10244 Balzac St.
Montréal-Nord (Quebec)
H1H 3L3

Met-Recy Ltée
2975 boul. Industriel
Laval (Quebec)
H7L 3W9 (514) 668-6008

Metropolitain Steel Inc.
5055 Ramsay St.
St.Hubert (Quebec)
J3Y 1S3
(514) 678-5080 - 871-9927

Nova P.B. Inc. (Preusaq)
1200, rue Garnier
Ville Ste-Catherine (Québec)
J0L 1E0 (514) 632-9910

Prometco Inc.
936, D'Alencon Ave.
Chomedey (Québec)
H7W 3W4 (514) 933-8769

Recycalum Inc.
419, Côte Sud
Boisbriand (Québec)
J7E 4H5 (514) 430-9140

Recyclage P.F. Inc.
P.O. Box 262
Port-Cartier (Québec)
G5B 2G8
(418) 766-6581

Rouville Station Inc.
1032, Blvd., Richelieu
Richelieu (Québec)
J3L 4A7 (514) 658-2183/2808

W.I. Sandys Inc.
10370, Armand Lavergne
Montréal-Nord (Québec
H1H 3N4 (514) 321-8602

Sidbec-Feruni Inc.
2525, Jean Dézi
Longueuil (Québec)
J4G 1G5 (514) 651-9640

Steinberg Iron & Metal Co.
C.P. 299
Rock Forest (Québec)
J0B 2J0 (819) 864-4239

Valleyfield Metal
35, boul. Lecompte Ouest
Valleyfield (Québec)
J6S 1A2 (514) 373-0568

Source: Recoup, Canadian Recyclers Directory, 1987-1988

BIBLIOGRAPHIE

ALBRECHT OSCAR W. ET AUTRES, 1973. Economic and technological impediments to recycling obsolete ferrous solid waste, National Environmental Research Center, Cincinnati, Ohio, U.S.A., Solid and hazardous waste research lab., 62 p.

AMERICAN SOCIETY FOR METALS, 1985. Metals Handbook, Desk Edition, Metals Park, Ohio 44073, pp.22.2 à 22.6, 23-42, 23-43.

ANONYME, 1984. "Air Bag Detection Device Tested", dans Scrap Age, page 40.

ANONYME, 1985. "Some Perspectives on the Future of Metals Recycling,"dans Conservation and Recycling, vol. 8, nº 3/4, pp. 433-436.

BRAVARD, J.C., H.B. FLORA, C. PORTAL, 1972. Energy Expenditures Associated with the Reduction and Recycling of Metals, Document ORNL-NS-EP-24, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tennessee.

BUREAU OF MINES, 1986. U.S.A., Mineral Commodity Summaries, pp. 79-85.

CANNON JAMES, 1973. "Steel: The Recyclable Material," dans Environment, vol. 15, nº 9, pp. 11-20.

CHANDLER, WILLIAM U., 1986. "Materials Recycling: The Virtue of Necessity," dans Conservation and Recycling, vol. 9, nº 1, pp. 87-109.

CUTLER HERSCHEL, 1986. "Proposed Listing of Used Oil as Hazardous Waste," dans Recycling Today, pp. 28-30.

CUTLER HERSCHEL, 1983. "Scrap Processing and Air Bags," Recycling Today, pp. 18-22.

CUTLER HERSCHEL, 1985. "The Effects of Semifinished Steel Imports on the U.S. Iron and Steel Scrap Industry," dans Recycling Today, pp. 68-75.

FOURNEL, CAROL, 1983 et 1985. Profil de l'industrie québécoise de la fonderie des métaux ferreux, Ministère de l'Industrie et du Commerce.

FOWLER, JAMES E., 1984. "Processing Automobiles Hulks," dans Recycling Today, pp. 9-14.

GROUPE CONSEIL ROCHE LTÉE, 1985. Quantité et composition des déchets municipaux au Québec, gouvernement du Québec, Direction de la récupération et du recyclage, 97p.

HAYES, DENIS, 1978. Repairs, Reuse, Recycling-First Steps Toward a Sustainable Society, Worldwatch Paper 23.

LIBRAIRIE LAROUSSE, 1969. Encyclopédie internationale des sciences et techniques, Groupe des presses de la cité, France, tomes 1, 5, 6, 9, pp. 12 à 16, 96 à 101, 610 à 617, 746 à 759, 851 à 858.

LIBRAIRIE LAROUSSE, 1960. Le Grand Larousse encyclopédique, 17 rue du Montparnasse et boulevard Raspail, 114, Paris VIe, tomes 1 et 4

MCINNIS, R., B.W. BOYD, 1983 et 1984. Annuaire des Minéraux du Canada "Fer et minerai de fer", "Fer et acier", "Ferraille", Energie, Mines et Ressources, Canada, pp. 29.1 à 29.12, 30.1 à 30.17, 31.1 à 31.8.

MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES, QUÉBEC, 1983. L'Industrie minérale du Québec, pp. 32-33.

MINISTÈRE DE L'ÉNERGIE ET DES RESSOURCES, QUÉBEC, 1983. Minerais de fer au Québec-Labrador, Problématique et recommandations, 163p.

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT DU QUÉBEC, 1984. Évaluation et analyse des coûts d'un système de collecte sélective pour une municipalité type, page 5.

OCDE, 1984. Le marché de l'acier en 1983 et les perspectives pour 1984, Paris, 40p.

PETERS, A.T., 1984. Scrap quality as seen by Steelmakers, Scrap Age, pp. 68-73.

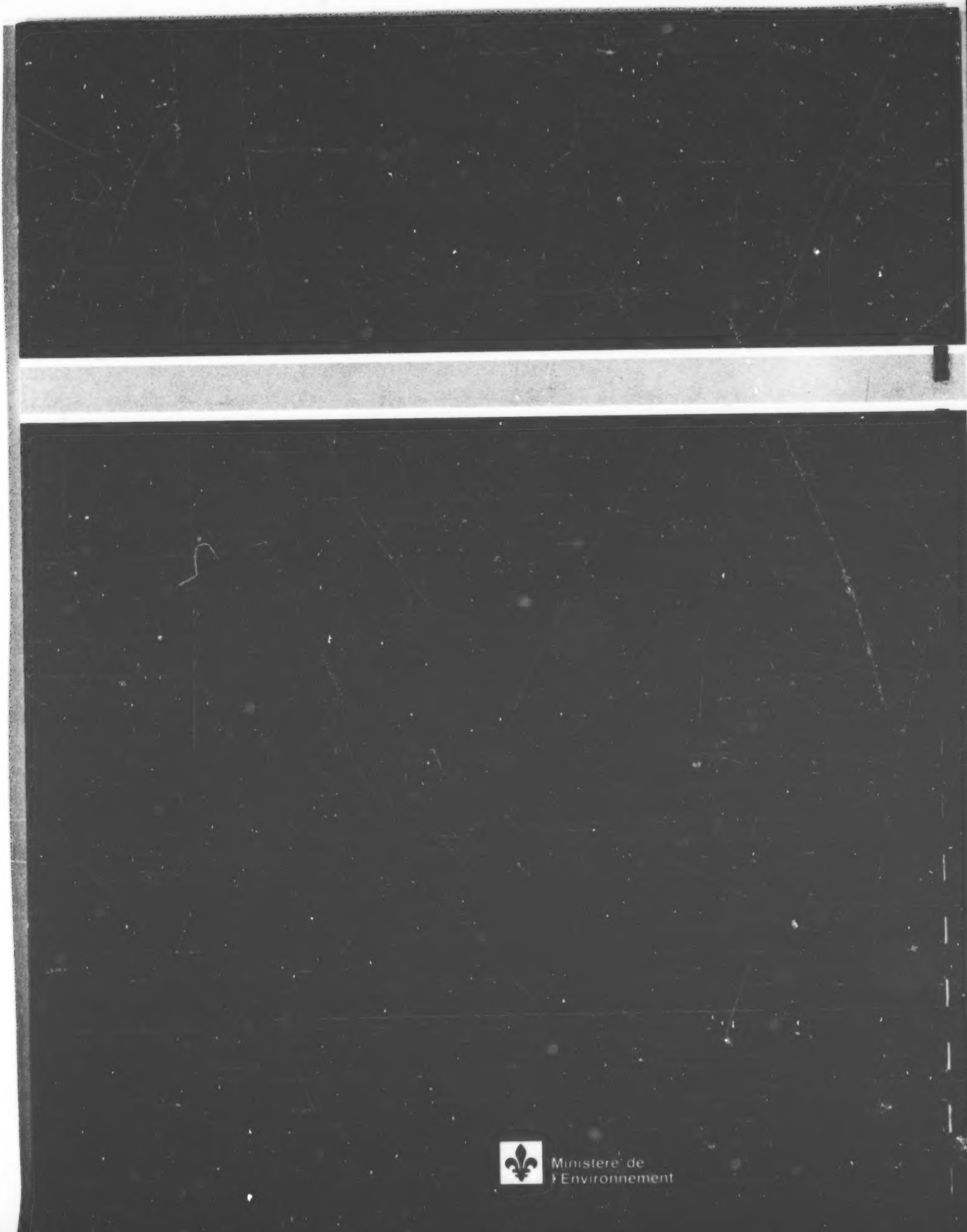
PURCELL, ARTHUR H., 1980. The Waste Watchers, Anchor Books, Anchor Press/Doubleday, Garden City, New York, 286p.

RATTRAY, T.E., 1974. Ferrous Scrap Recycling in North America, Solid waste management division, Environment Canada, 10p.

SHNAY R.C., 1981. L'utilisation des déchets métalliques ferreux au Canada, 1978, Environnement Canada, 67p.

U.S. DEPARTMENT OF ENERGY, 1979. Proposed industrial recovered materials utilisation targets for the metals and metal products industry, Cambridge, U.S.A., 255p.

WILSON, DAVID C., 1985. "Energy Conservation Through Recycling," dans Conservation and Recycling, vol. 8, nº 314, pp. 433-436.


Ministère de
l'Environnement